NOTICIÁRIO

Laboratório Nacional de Engenharia Civil
Lisboa — Portugal
Concessão dos Graus de «Investigador» e «Especialista»

De acordo com o preceituado no Decreto n.º 46 205, de 26 de Fevereiro de 1965, que define um dos aspectos da reforma levada a cabo oportunamente na Orgânica dos Serviços do Laboratório Nacional de Engenharia Civil, fica regulamentada a concessão dos graus de «Investigador» e de «Especialista» a todos os indivíduos, quer nacionais, quer estrangeiros, que pretendam habilitar-se a uma tal qualificação.

Nos termos da referida Legislação se discriminam os requesitos a que devem obedecer os candidatos e quais as regalias que os mesmos graus lhes concedem.

A fim de poderem participar do concurso para «Especialistas», que é aberto por prazo não inferior a 60 dias, os candidatos deverão comprovar a sua qualificação, apresentando os seguintes elementos:

a) Carta de curso ou documento correspondente, comprovativo das habilitações do candidato;
b) Resenha da actividade desenvolvida neste Laboratório e da preparação ali alcançada;
c) Curriculum vitae, indicando a sua actividade
d) Definição do domínio da sua preparação e especialização;
e) Tese original;
f) Quaisquer documentos ou elementos a submeter à apreciação do júri, para comprovação das habilitações especiais do candidato;
g) Declaração da língua ou línguas que deseja usar na prestação das provas, no caso do candidato não ser de origem portuguesa.

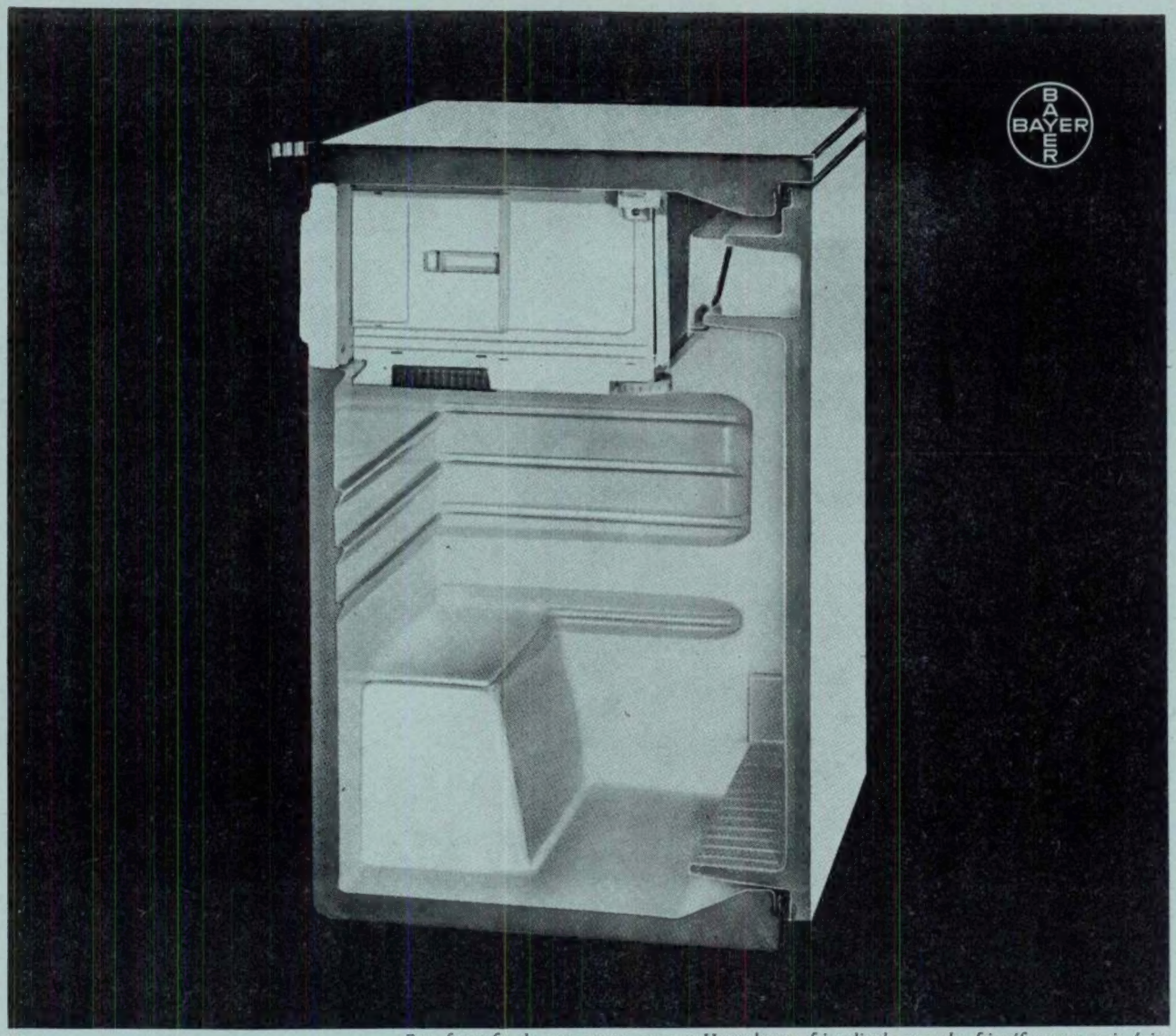
O concurso para obtenção do grau de especialista constará de uma prova documental e de duas práticas, destinando-se a primeira à apreciação das aptidões científicas e técnicas do candidato e as segundas a apurar a cultura do concorrente e a discutir e a apreciar a tese apresentada.

Para o grau de «Investigador», os principais requisitos a observar no respectivo concurso, que é aberto por prazo nunca inferior a 120 dias, são os seguintes:

a) Documento que prove ter já obtido o grau de «Especialista», há mais de 4 anos, neste Laboratório Nacional, ou qualquer outro grau correspondente concedido por instituição congénere nacional ou estrangeira;
b) Resenha da sua actividade neste Laboratório;
c) Curriculum vitae, indicando a sua actividade científica e técnica fora do Laboratório e as publicações editadas;
d) Lista com a indicação de dez temas, para uma das provas do concurso, a versar o campo de preparação e especialização do candidato;
e) Tese original para discussão;
f) Todos e quaisquer documentos para comprovação das habilitações especiais do candidato; e
g) Indicação da língua ou línguas em que o candidato deseja prestar as suas provas, no caso de não ser de origem portuguesa.

Também neste caso, o concurso para «Investigador» consta de uma prova documental e de duas de carácter prático, para uma apreciação pormenorizada e exacta da capacidade técnica do candidato.

Os graus de «Especialista» e de «Investigador» só serão conferidos aos candidatos que obtiverem classificação não inferior a 14,0 e a 16,0 valores, respectivamente. Dos diplomas concedidos não constará a classificação mas, em gradativa ascendente de valores, a qualificação correspondente.



3790

Esta fotografia de corte mostra como o Hartmoltopren foi aplicado num dos frigoríficos que mais êxito tiveram na Europa.

Este frigorífico é dos que, no seu género, tiveram mais êxito; está isolado com Hartmoltopren.

Os frigoríficos que poupam espaço são, hoje em dia, os preferidos em primeiro lugar pelos compradores. O ter correspondido a esta exigência do público é a razão por que o frigorífico que acima se apresenta em corte, se tornou o de maior êxito no seu género. Tècnicamente este problema só pode ser resolvido pelo isolamento.

Empregando substâncias isoladoras convencionais a exigência do comprador só poderia ser atendida com prejuizo da capacidade útil do frigorífico.

Só com o emprego do Hartmoltopren® é que foi possível construir frigoríficos com base de superfície inalterada, com menos altura e com uma capacidade útil sensivelmente aumentada. Isto foi possível com o Hartmoltopren por que, em virtude das excelentes propriedades de isolamento deste material, a espessura do isolamento pode ser reduzida até 45%. Além disso podem ser consideradas as boas propriedades mecânicas e de tenacidade do Hartmoltopren na construção dos frigoríficos.

A espessura da chapa pode ser reduzida e com isto toda a caixa de chapa de ferro pode ser tornada mais leve. As pontes transmissoras de calor, inevitáveis sempre que se empreguem os materiais isoladores convencionais, desaparecem. A ligação entre as caixas interior e exterior do frigorífico é conseguida pelo próprio Hartmoltopren, o qual adere fortemente a ambas as partes.

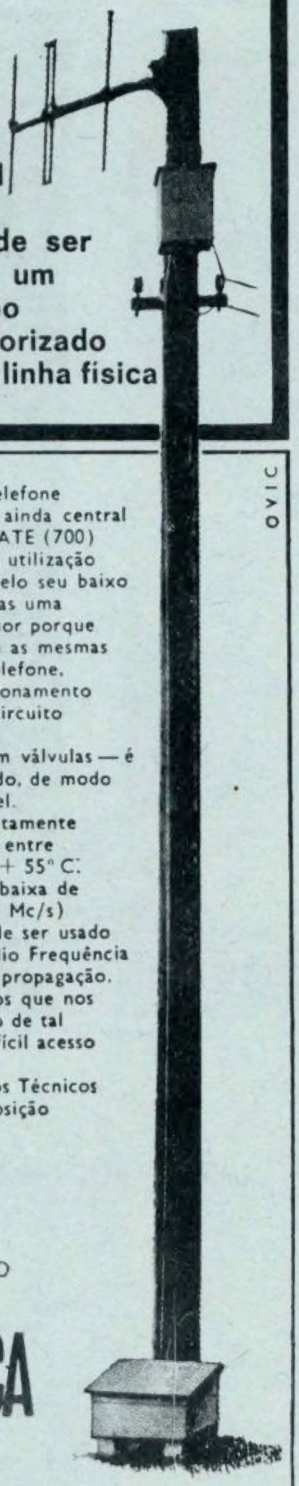
A grande resistência do Hartmoltopren permite a fabricação de frigoríficos sem qualquer caixa exterior de chapa, apenas com uma pele isoladora para evitar a difusão, como por exemplo na construção de frigoríficos de embutir.

Bayer Leverkusen

hartmoltopren

Representante em Portugal:
S. A. R. L. Quimicor, Lisboa
Rua Sociedade Farmacêutica, 3 - Tel. 42194
Porto, Rua de Santos Pousada, 441
Tel. 54141

O mesmo que se obtém com um telefone normal através de um circuito físico, pode ser agora obtido com um feixe hertziano tipo ATE (700) transistorizado sem usar qualquer linha física



Quer seja de telefone para telefone ou telefone para central ou ainda central para central, o equipamento ATE (700) é o mais recente e de melhor utilização nos centros rurais. Melhor pelo seu baixo consumo, pois consome apenas uma carga de pilhas por ano. Melhor porque sendo um rádio telefone tem as mesmas possibilidades que tem um telefone, inclusivé facilidades de funcionamento com linhas partilhadas num circuito de transmissão.
Melhor ainda porque não tem válvulas — é completamente transistorizado, de modo a ter a maior duração possivel.
É de instalação fácil, completamente estanque podendo trabalhar entre temperaturas de — 20° C a + 55° C.
Fabrica-se nas bandas alta e baixa de VHF (54/88 Mc/s), (150/184 Mc/s) tendo ainda a possibilidade de ser usado com um amplificador de Rádio Frequência para um aumento do raio de propagação.
Estes são portanto os motivos que nos levam a aconselhar a adopção de tal equipamento em áreas de difícil acesso para manutenção.
Para mais detalhes os Serviços Técnicos da AEP estão à inteira disposição de V. Ex.ª.

OVIC

A.E.P. Fábrica CABO RUIVO

AUTOMÁTICA ELÉCTRICA PORTUGUESA

LISBOA S.A.R.L.

Associada ao grupo de companhias PLESSEY Inglaterra

Companhia Portuguesa de Trefilaria

S. A. R. L.

ARMADURAS PRÉ-FABRICADAS **MALHASOL**

Tensão de segurança 3.000 Kgf/cm²

AÇO BI

Tensão de segurança 4.000 Kgf/cm²

AÇOS DE ALTA RESISTÊNCIA PARA BETÃO ARMADO

que pela eficiência técnica e económica a que conduzem, são um indispensável elemento na moderna construção civil

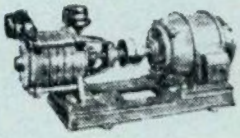
Para qualquer obra em betão armado consulte:

DIAL — GABINETE TÉCNICO

R. DO INSTITUTO INDUSTRIAL, 18-1.º Dt.º

TELEFONES 671224/5 e 673785 - LISBOA

BOMBAS



Se tem um problema de bombas, consulte

VASCO PESSOA, LDA.

Rua da Boavista, 63

LISBOA

C. D. U. 624.131.25

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DAS FORMAÇÕES ROCHOSAS PERANTE OS PROBLEMAS DA ENGENHARIA CIVIL

por J. M. RESSURREIÇÃO NETO
Engenheiro Civil (U. P.)

RESUMO

O presente trabalho destina-se exclusivamente a engenheiros civis pouco familiarizados com o problema da determinação experimental das características mecânicas das formações rochosas.

Sem entrar em considerações técnicas de grande pormenor, procura-se evidenciar e criticar mesmo, os principais aspectos do problema, de forma a que o projectista ao elaborar os seus cálculos, por vezes bastante complicados, possa utilizar os resultados numéricos das características mecânicas dos terrenos rochosos dentro de um critério mais realista, o qual se situa um pouco à margem das puras concepções analíticas.

Alguns resultados experimentais, contidos no texto, além de documentarem e reforçarem as afirmações apresentadas, permitem a exposição de novos pontos de vista e uma melhor apreensão da matéria que se pretende focar.

SYNOPSIS

The present paper is exclusively addressed to civil engineers unfamiliar with the problems of the experimental determination of the mechanical features of rock formations.

Avoiding very detailed technicalities, the author tries to stress and even to criticize the major aspects of the problem, so as to enable designer to replace for analytical computations sometimes very complicated the numerical values of the mechanical characteristics of rock masses used in a realistic wai rather removed from pure analytical concepts

Some experimental results are presented which, in addition to illustrating and strengthening the statements presented, anable new points of view to be explained and makes it easier for the reader to understand the opinions advenced.

1 — INTRODUÇÃO

As curvas de tensão deformação $\delta = f(\sigma)$ provenientes de ensaios de tracção ou compressão simples levados a efeito sobre materiais rochosos, (fig. 1), só excepcionalmente poderão corresponder a uma forma linear.

Do andamento de tais gráficos, quando obtidos em função do tempo de aplicação da carga, é possível deduzir o comportamento elástico-plástico do material, característica essa que nos surge assim como um efeito global correspondente às mais variadas causas, muitas delas ainda por decifrar ou constituindo simples objecto das mais discordantes teorias.

As características elástico-plásticas dos materiais rochosos são altamente influenciadas pelo seu passado geológico. Materiais que durante alguns milhões de anos se mantiveram submetidos a elevados estados de compressão, por vezes hidrostática, ($\sigma_x = \sigma_y = \sigma_z$) quando libertos desse campo de tensões sofrem deformações

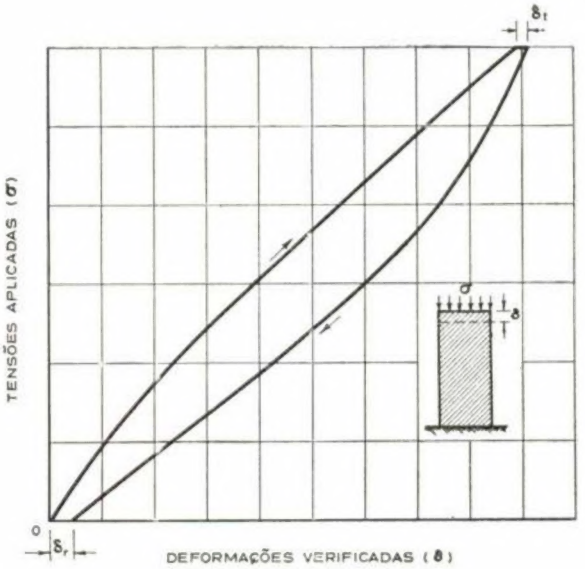


Fig. 1

que chegam a ultrapassar as extensões de rotura. Sob tais condições o material fractura-se pouco tempo depois de ter sido libertado do

campo de tensões a que se encontrava submetido *in situ*.

Tal facto é bem conhecido e está presentemente a ser constatado sobre as formações, do Carbónico Alentejano, que constituem os terrenos de fundação das obras da Barragem de Santa Clara (Aproveitamento Hidroagrícola do Rio Mira).

Por vezes, ou porque é diferente a natureza geológica dos terrenos, tal como acontece no caso dos calcários, granitos, gneisses, xistos das Beiras, etc., ou porque o estado de extensão residual é menos acentuado, não se chegam a verificar roturas do tipo generalizado. Apenas se observam algumas roturas mais ou menos localizadas, como resultado de uma alteração do estado de tensão provocada por trabalhos de engenharia civil conduzidos a média ou grande profundidade.

Perante a evidência de tais factos, o engenheiro civil dificilmente poderá conceber a realização técnica de tais obras subterrâneas independentemente do conhecimento das diferentes solicitações a que o maciço rochoso se encontra submetido. Tais solicitações, resultantes de eventuais fenómenos de origem gravítica, térmica, química, etc., dão origem a um campo de tensões bastante variável, variação essa que tende a atenuar-se, à medida que a profundidade aumenta, para se transformar num estado de compressão aproximadamente hidrostático. Embora existam outras causas susceptíveis de fazer variar o campo de tensões é de crer que as anteriormente referidas desempenhem um papel de primacial importância.

Na prática, raramente é possível localizar as diferentes origens desses esforços. Sòmente se conhecem os efeitos da resultante, tal como acontece com as conhecidas forças de origem tectónica, provocando os movimentos orogénicos da crusta terrestre, ou desenvolvendo tensões residuais, correspondentes a uma elevada acumulação de energia instalada no maciço sob uma forma mais ou menos elástica, etc.

De qualquer modo, o caso mais simples de considerar baseia-se na hipótese da tensão residual ter sido introduzida no maciço por forças da massa outrora existente, as quais desapareceram sob a acção de constantes fenómenos de erosão provocados durante um espaço de tempo à escala das grandes transformações geológicas.

Tais estados de tensão encontram-se sempre presentes, embora com uma distribuição que dificilmente poderá ser considerada sob qualquer critério de uniformidade, pelo menos dentro das reduzidas profundidades normalmente atingidas pelas obras de engenharia civil.

A utilização dos maciços rochosos, como terreno de fundação, constitui, na generalidade dos casos, uma hipótese bastante favorável no que se refere a capacidade de carga, segurança e economia, razão porque o seu estudo tem vindo a merecer a maior atenção dos técnicos, no sentido de resolver alguns problemas do presente e abrir caminho para as grandiosas realizações da engenharia civil do futuro.

O estudo geotécnico de determinado maciço rochoso consiste, fundamentalmente em prever o seu estado de deformação, como consequência de uma alteração do estado de tensão.

Trata-se de um problema cujo enunciado é extremamente simples embora a sua resolução prática, no estado actual da técnica, não consiga ultrapassar os domínios de um empirismo traduzido pelas mais grosseiras aproximações.

Várias tentativas levadas a efeito no sentido de enquadrar o estudo dos maciços rochosos dentro dos esquemas fundamentais da análise matemática não têm conduzido a resultados inteiramente satisfatórios.

São simples exemplos desta orientação a análise matemática de *Boussinesq* ao estabelecer, em 1885, as equações que fornecem a distribuição de tensões instaladas num sólido semi-indefinido, contínuo, homogéneo, elástico e isótropo, quando solicitado por uma carga concentrada normal à sua superfície, tal como se apresenta na fig. 2.

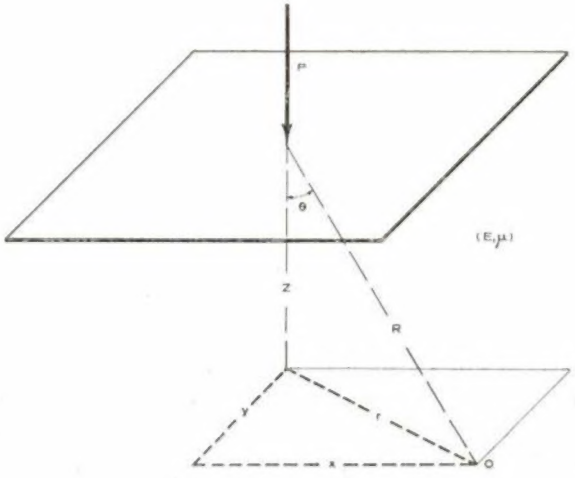


Fig. 2

De acordo com a teoria de *Boussinesq* as tensões σ_V, τ_V e τ_H num ponto 0 de coordenadas (x, y, z), tal como se apresenta na fig. 2, são dadas pelas seguintes expressões:

$$\sigma_V \frac{3PZ^3}{2\pi R^5} \text{ ou } \sigma_V = \frac{3P}{2\pi Z^2} \boxed{\cos^5 \theta} \qquad (1)$$

$$\tau_V = \frac{3 \Pr Z^2}{2\pi R^5} \qquad (2)$$

$$\sigma_H = \frac{P}{2\pi} \left\{ \frac{3 Y^2 Z}{R^5} - (1-2\mu) \left[\frac{Y^2 - X^2}{Rr^2(R+Z)} + \frac{x^2 z}{R^3 r^2} \right] \right\} \qquad (3)$$

em que,

σ_V — tensão normal a um plano horizontal localizado à profundidade Z

τ_V — tensão de corte segundo a vertical

σ_H — tensão horizontal existente no plano x, y

μ — coeficiente de *Poisson* do material.

As expressões anteriores mostram que as tensões σ_V, τ_V e σ_H apenas dependem de uma característica física do material ou seja do coeficiente de *Poisson*.

Baseando-se nos princípios da teoria da elasticidade, as fórmulas deduzidas por *Boussinesq* só poderão ser aplicáveis a materiais que satisfaçam às hipóteses formuladas, o que muito raramente acontece com os maciços rochosos existentes na natureza (1).

Outras tentativas levadas a efeito no sentido de utilizar parâmetros mais representativos da natureza intrínseca dos materiais rochosos, cuja definição física é muitas vezes assimilada a sistemas mecânicos bem conhecidos nos domínios da reologia, além das dificuldades matemáticas que lhe são inerentes, deparam ainda com as heterogeneidades próprias do terreno, cuja verdadeira definição exige a resolução dos mais delicados problemas de prospecção geológica.

Por outro lado, nem sempre é fácil o estabelecimento de uma nítida fronteira limite de separação entre aquilo que se considera uma formação rochosa e um maciço terroso. Embora exista uma acentuada diferenciação macroscópica entre uma rocha sã e um solo pròpriamente dito, já não é fácil efectuar essa separação quando a formação rochosa se encontra fortemente alterada ou decomposta.

Determinadas formações geológicas, tal como acontece no caso dos granitos, alguns xistos, etc., exibem estados contínuos de alteração, dando origem a uma série de materais que vão desde a rocha sã até aos solos própriamente ditos. Neste caso é costume considerar como solo todo o material que se desagrega quando fortemente agitado dentro de água, e como rocha o restante. Embora esta definição não seja válida sob o ponto de vista geológico, passaremos a considerá-la como tal, no decurso do presente trabalho, uma vez que ela é vulgarmente aceite e se encontra já consagrada nos vocabulários relacionados com a engenharia civil.

A anterior definição, embora necessária sob o ponto de vista do estabelecimento de uma sistematização, conduz a sérias dificuldades, quando se pretendem estabelecer as hipóteses fundamentais das teorias aplicáveis ao estudo dos maciços rochosos.

Se por um lado existem materiais rochosos altamente consolidados, para os quais é experimentalmente possível considerar um módulo de elasticidade tal como se encontra definido na lei de *Hooke* ($\sigma = \varepsilon$ E), outros há que exibem um comportamento reológico do tipo dos solos. Tal facto constitui um dos principais obstáculos para o estabelecimento de uma teoria que permita englobar o estudo do comportamento de todos os materiais classificados como rochosos.

Embora exista uma corrente de opinião tendente ao estabelecimento de uma teoria denominada *mecânica das rochas*, à semelhança do que se passa com a *mecânica dos solos*, o êxito de tal sistematização encontra-se, quanto a nós, altamente comprometido em face da própria natureza intrínseca dos materiais rochosos.

De uma maneira geral, um terreno rochoso é constituído por materiais bastante heterogéneos, exibindo fracturas, diaclases, falhas, cavernas, zonas de maior ou menor alteração, etc., o que impõe condições limites bastante complexas e uma dispersão de características físicas extraordinàriamente acentuada, em comparação com o que se passa no caso particular dos maciços ter-

(1) — No entanto a análise de *Boussinesq* constitui ainda hoje a principal base teórica utilizada na determinação *in situ* das características mecânicas dos maciços rochosos.

rosos onde as dificuldades desse tipo raramente serão de considerar.

Enquanto que em mecânica dos solos se aceitam fàcilmente algumas hipóteses, referentes à homogeneidade estatística do material, continuidade, perfeita definição de condições limites, definição teórico-pratica de determinadas superfícies de escorregamento, teorias de consolidação, compactação, etc., já não acontece o mesmo com os maciços rochosos onde o espírito matemático dificilmente se consegue enraizar.

A título de exemplo citaremos o caso particular do estudo da estabilidade de taludes, constituídos por maciços terrosos homogéneos, através da verificação das condições equilíbrio correspondentes a várias e hipotéticas superfícies de escorregamento, prèviamente definidas com base em simples considerações de natureza geométrica, associadas a algumas características físicas do solo, tais como a coesão (c), ângulo de atrito interno (φ), o peso específico (γ), etc.

No caso de se tratar do estudo da estabilidade de um talude rochoso, e tendo em conta a elevada resistência mecânica da rocha, a superfície de escorregamento é fatalmente imposta pelos sistemas de fracturas, diaclases, inclinação dos estratos, características físicas dos diferentes materiais de enchimento, etc.

Deste modo a superfície de escorregamento além de não apresentar qualquer forma geométrica susceptível de fácil definição analítica, é imposta em cada caso particular pela natureza intrínseca dos próprios materiais do maciço rochoso em estudo, o que torna o problema altamente indeterminado. A estabilidade de um talude nestas condições não é abordável através de qualquer teoria matemática antes de serem conhecidas as eventuais superfícies de escorregamento, bem como a natureza mecânica dos materiais nelas interessados, definições essas que só poderão ser obtidas, em casos muito particulares, através de um estudo de prospecção geológica altamente pormenorizado.

O estudo da estabilidade dos maciços rochosos surge-nos assim como um problema cuja resolução se encontra altamente dependente de uma prospecção geológica de pormenor, elaborada no sentido de averiguar de uma forma exacta a localização das eventuais superfícies de escorregamento, o que raramente se consegue fazer com uma precisão tècnicamente aceitável.

Posteriormente poderemos então efectuar alguns cálculos no sentido de verificar, embora de uma maneira um tanto ou quanto grosseira, quais as condições de estabilidade do maciço relativamente a cada uma dessas superfícies. Como anteriormente foi referido, os cálculos a efectuar, neste caso, dependem ainda de inúmeras hipóteses referentes a características mecânicas dos materiais existentes ao longo de cada eventual superfície de escorregamento, da existência de níveis freáticos, de esforços de percolação das águas, tensões internas existentes na própria formação rochosa, etc., o que torna os resultados obtidos pouco concludentes e altamente imprecisos

Embora existam sérias dificuldades para o estabelecimento de teorias fàcilmente adaptáveis ao estudo dos maciços rochosos, a sua elevada capacidade de carga e reduzida deformabilidade, quando comparados com a maior parte dos maciços terrosos, concedem-lhe uma situação previlegiada como terreno de fundação. Tal constatação encontra-se admiràvelmente sintetisada na conhecida afirmação popular — *firme que nem uma rocha* — a qual marca bem o elevado conceito de indeformabilidade atribuído aos terrenos deste tipo. De facto assim era numa época de pequenas realizações, em que as alvenarias de tijolo ou de pedra, argamassadas com cal aérea, constituiam a estrutura resistente das obras de então. Tratando-se de estruturas geralmente isostáticas podiam suportar elevados deslocamentos diferenciais das fundações sem grandes inconvenientes da ordem funcional.

Com o aparecimento do betão armado, com uma mais larga utilização do aço, do vidro e de outros materiais de elevada resistência mecânica e acentuadas características elásticas, a engenharia civil teve acesso às grandes realizações do nosso tempo, através do estabelecimento de estruturas altamente hiperstáticas, embora incompatíveis com elevadas cedências do terreno de fundação ao qual transmitem tensões que, por vezes, chegam a ultrapassar valores da ordem dos 70 $kg.cm^{-2}$.

Só nesta altura é que o estudo dos terrenos rochosos começou a ser olhado com mais cuidado e com maior preocupação, pois dele dependem algumas das grandes obras do futuro, tais como a realização de grandes barragens, pontes, túneis, galerias de pressão, centrais hidroeléctricas subterrâneas, abrigos estratégicos, etc.

Independentemente da estabilidade dos maciços, o estudo das fundações rochosas surge-nos assim como um problema de compatibilidade de deformações, a verificar entre a estrutura que se pretende construir e o terreno rochoso que lhe servirá de apoio. Tal compatibilidade só poderá ser verificada em face do conhecimento das tensões que vão ser transmitidas ao terreno e da maneira como esse mesmo terreno irá reagir a esse tipo de solicitação.

Na resolução de problemas deste tipo recorre-se frequentemente à observação experimental, conduzindo ensaios sobre pequenas amostras de rocha colhidas no local, ou através de ensaios de carga directamente aplicada sobre apreciáveis áreas do terreno a estudar, no sentido de obter uma forma aproximada da curva de tensões-deformacões a que nos referimos no início do presente trabalho.

Por vezes procede-se ainda à medição de outras características físicas do material, tais como a velocidade de propagação de ondas elásticas, frequências de ressonância, impedância sísmica, etc., no sentido de relacionar tais valores com as características elástico-plásticas da formação rochosa.

2 — CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS MACIÇOS ROCHOSOS EM FACE DOS TRABALHOS DE PROSPECÇÃO GEOLÓGICA.

A capacidade de carga e a deformabilidade dos maciços rochosos constituem as principais características físicas que o engenheiro civil procura conhecer, ao utilizar estas formações como terreno de fundação, no sentido de obter a máxima economia, dentro de um critério de segurança técnicamente aceitável.

Tratando-se de formações geológicas que, na generalidade dos casos, se apresentam heterogéneas e discontínuas, torna-se pràticamente impossível estabelecer as melhores disposições construtivas ou fixar as tensões de segurança mais aconselhàveis sem a realização de pormenorizados trabalhos de prospecção.

Em trabalhos de fundações a economia é quase sempre obtida à custa da transmissão de elevadas tensões ao terreno. Tal facto exigirá não só um elevado índice de qualidade da rocha, mas ainda um grande cuidado na avaliação e classificação das zonas que, embora diferenciadas sob o ponto de vista geotécnico, possam ser consideradas como homogéneas no que se refere às características mecânicas que se pretendem utilizar.

Num grande número de casos, os estudos de prospecção geológica visam simultâneamente a obtenção de amostras da rocha existente *in situ*. Deste modo os trabalhos são planificados através da abertura de furos de sonda, galerias de pesquisa, poços, etc., de forma a permitirem a obtenção de amostras, a caracterização visual da própria natureza do terreno existente em profundidade e ainda a realização dos diferentes ensaios laboratoriais que possam vir a interessar em cada caso particular.

A experiência mostra que, por mais simples que seja a obra a realizar, há toda a vantagem em proceder a um prévio estudo das condições geotécnicas do terreno de fundação. Tal estudo, neste caso poderá resumir-se a um breve reconhecimento geológico superficial mais ou menos pormenorizado e confirmado através da abertura de pequenas valas ou poços para a directa observação do terreno existente em profundidade.

Na hipótese de se tratar de grandes empreendimentos de engenharia civil, distribuídos por importantes áreas, tal como acontece no caso dos túneis, galerias de pressão, abrigos estratégicos, estradas, aeródromos, pontes, barragens, etc., já o problema da prospecção apresenta uma maior complexidade.

De uma maneira geral, os trabalhos de prospecção geotécnica constituem um encargo financeiro inerente à própria obra, ao qual não se poderá fugir sem correr riscos imprevisíveis ou pelo menos difíceis de calcular *à priori*, os quais podem pôr em jogo toda a viabilidade económica do empreendimento. O problema atinge grande importância havendo mesmo quem afirme, e com sobeja razão, que *«un sondage se paie toujours, même si on ne le fait pas»*. Quando os trabalhos de prospecção geotécnica não se pagam antes do início das obras, pagam-se durante a sua execução ou mesmo após a sua conclusão.

Perante tal consideração apenas se poderá optar pela maior eficiência técnica dos estudos de prospecção e pela melhor época de efectuar o seu pagamento, a qual corresponde, sem sombra de dúvida, à fase de ante-projecto

Pode ainda acontecer que a exacta localização

das obras não constitua um dos dados do problema, tal como se passa no caso dos túneis, galerias de pressão, algumas barragens, etc. Em princípio o local de implantação é, quase sempre, fixado por meras razões de natureza topográfica, mais ou menos confirmadas ou justificadas por um rápido reconhecimento geológico superficial, ou até pela existência de uma simples via de acesso. Com base em tais elementos é usual iniciar os trabalhos de prospecção pela abertura de trincheiras, galerias ou poços de reconhecimento, seguindo-se a imediata execução de um vasto programa de sondagens mecânicas, tendo em vista uma colheita de testemunhos que permitam correlacionar, em profundidade, a informação geológica superficial, a realização de uma série de ensaios orientados no sentido de conhecer uma ordem de grandeza da permeabilidade do terreno, suas características elástico-plásticas, capacidade de carga, resistência ao corte, etc.

No caso dos resultados obtidos nesta primeira fase dos ensaios indicarem que as condições geológicas se apresentam favoráveis à execução, da obra, os estudos raramente atingem uma fase exaustiva. A prospecção é dada por concluída muitas vezes com fundamento num número de observações sob todos os pontos de vista insuficiente.

Se tais condições se apresentam desfavoráveis os trabalhos de prospecção raramente são suspensos para dar preferência a outro local de implantação mais vantajoso sob o ponto de vista geológico. Contràriamente ao que seria de esperar os trabalhos de prospecção são mesmo intensificados, numa segunda fase e orientados no sentido de esclarecer algumas anomalias mais ou menos pronunciadas, zonas da fundação exibindo piores características mecânicas, etc. surgindo pouco a pouco a imperiosa necessidade de proceder a complicados trabalhos de consolidação e impermeabilização do terreno, com todos os inconvenientes de ordem técnica que daí podem advir, para não falar nos elevados encargos financeiros que lhe são inerentes, cumprimento dos prazos de execução das obras, etc.

Tal situação é quase sempre motivada pela falta de uma firme decisão técnica, em face dos eventuais condicionamentos de natureza administrativa, os quais não permitem justificar, sem uma aparente quebra de prestígio, o abandono de determinado local em estudo onde já foram investidas avultadas somas em trabalhos de prospecção.

Tais somas deveriam ser consideradas como um risco inerente à própria natureza dos estudos e trabalhos de prospecção e não como uma prestação correspondente ao pagamento de uma obra que, a todo o custo e teimosamente se pretende implantar num local prèviamente escolhido e geològicamente menos aconselhável.

Uma vez que os estudos de prospecção se afirmam como uma necessidade imprescindível para a boa planificação e execução das obras, fornecendo, por vezes, resultados com larga repercussão na viabilidade económica do empreendimento, haverá que proceder à sua conveniente planificação, no sentido de reduzir ao mínimo os investimentos a efectuar em determinado local uma vez que, de antemão, não sabemos se o mesmo terá que ser abandonado em face das más condições geológicas nele verificadas. Deste modo surge-nos imediatamente a dificuldade, para não dizermos a impossibilidade de efectuar *a priori* uma completa planificação dos estudos de prospecção que eventualmente iremos efectuar. Embora seja possível esquematizar essa planificação no que se refere à escolha e ordenação dos métodos e técnicas a utilizar, a sua execução prática deverá ser cautelosamente orientada no sentido das aproximações sucessivas partindo de uma informação geral para uma mais eficiente e dispendiosa pormenorização.

Esta orientação de trabalho mantem-se válida mesmo naqueles casos restritos em que o local de implantação das obras se encontra inteiramente condicionado a planos prèviamente estabelecidos, tal como acontece com a maioria das edificações urbanas.

Em quaisquer trabalhos de prospecção deverá estar sempre presente a seguinte norma: *Há mais mérito em evitar um mau terreno de fundação do que em proceder ao seu mais completo estudo. Os bons terrenos de fundação pesquisam-se: os maus surgem onde menos se esperam.*

Deste modo os trabalhos de prospecção deverão ser orientados por especialistas que, além de conhecerem todos os pormenores referentes aos métodos utilizados, possuam grande intuição e uma elevada formação técnica e científica que, em quaisquer circunstâncias, lhes permita avaliar qualitativamente das repercussões que a natureza geológica do terreno, eventualmente encontrado,

poderá vir a exercer sobre o comportamento e estabilidade da estrutura que se pretende fundar.

Por outro lado deverão esses especialistas estar em condições de tomar imediatas decisões, sobre a melhor orientação a dar aos trabalhos de prospecção em face dos resultados diàriamente obtidos. Só assim será possível reduzir ao mínimo os encargos financeiros e os esforços a empregar para conseguir um máximo de eficiência técnica.

No caso mais geral um plano de trabalhos de prospecção geotécnica, convenientemente elaborado, deverá ser condicionando pelas seguintes fases de execução:

1 — Levantamento topográfico
2 — Reconhecimento geológico superficial
3 — Reconhecimento geofísico de pormenor, especialmente efectuado através do método da resistividade eléctrica ([2])
4 — Realização de algumas sondagens mecânicas para aferição, confirmação e extrapolação dos resultados da prospecção geofísica, obtenção de amostras do terreno, determinação de níveis freáticos. permeabilidade, etc.
5 — Abertura de galerias ou poços para determinação de tensões internas, *fluência* características elástico-plásticas do terreno, capacidade de carga, resistência ao corte, penetração, ou quaisquer outros ensaios especiais que melhor possam servir aos estudos ou à execução da obra que se pretende realizar.

Embora a prospecção mecânica se apresente como uma técnica infalível no que se refere à completa determinação da natureza físico-química do terreno existente *in situ*, a sua realização em larga escala é demasiadamente dispendiosa e demorada, especialmente quando se pretende um completo e pormenorizado esclarecimento das condições geológicas existentes em grandes áreas a investigar.

Sendo a prospecção geotécnica essencialmente caracterizada por um elevado índice de pormenor, o número de sondagens mecânicas a efectuar, em determinada área em estudo, não poderá ser demasiadamente reduzido, em face da natureza pontual dos resultados obtidos por esta via, uma vez que não se possam correr riscos inerentes à existência de eventuais discontinuidades geológicas. Por tal motivo a prospecção mecânica, de terrenos de fundação, quando extensiva a grandes áreas, exibindo acentuadas heterogeneidades geológicas, poderá apresentar-se como proibitiva, quando encarada sob o ponto de vista de um completo esclarecimento do problema a resolver, ou como duvidosa quando aplicada dentro dos limites impostos pela viabilidade económica da obra. A solução mais barata é quase sempre escolhida dentro de um tentador optimismo que nem sempre conduz aos melhores resultados económicos, envolvendo sérios riscos de ordem técnica, difíceis de controlar, e mesmo de eliminar durante a própria fase de execução das obras.

Durante as últimas décadas tem-se assistido a um acentuado progresso na aplicação dos métodos de prospecção geofísica à resolução de inúmeros problemas de engenharia civil, especialmente relacionados com os domínios da hidrogeologia e da geotécnia. O rápido e espectacular progresso a que se assiste, resulta não só das vantagens económicas que tais métodos proporcionam, mas ainda do facto dessas técnicas de pesquisa terem sido importadas de outros campos de actividade (pesquisa de petróleos e minérios) onde já tinham atingido suficiente maturidade, altamente comprovada e cimentada através de largos anos de cuidada e meticulosa investigação científica.

Embora a pesquisa geofísica, só por si, não forneça soluções exactas para os problemas da geotécnica, constitui sem dúvida uma potentíssima ferramenta a qual, quando bem manipulada, poderá fornecer importantes informações de ordem técnica, através de um custo de utilização extraordinàriamente reduzido.

Tanto a prospecção mecânica como a prospecção geofísica, quando aplicadas na resolução de problemas de engenharia civil, apresentam vantagens e inconvenientes e a melhor orientação a seguir esboça-se no sentido de tirar de cada uma dessas técnicas aquilo que melhor e de mais proveitoso nos possa fornecer. Dentro desta linha de acção, só uma *simbiose* extensiva às duas técnicas de pesquisa poderá conduzir aos mais satisfatórios resultados no campo da prospecção geotécnica.

([2]) — Vide «Prospecção Eléctrica dos Terrenos de Fundação. Possibilidades e Limitações». Por J. M. Ressurreição Neto. 1964 «Técnica» 357 e 358.

3 — CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS DOS MACIÇOS ROCHOSOS. SUA DETERMINAÇÃO LABORATORIAL

Dado o facto do betão e do aço apresentarem uma curva de tensões-deformações $\delta = f(\sigma)$ aproximadamente linear, na zona correspondente às cargas de serviço, a teoria da elasticidade, sob formas mais ou menos simplificadas, encontra um vasto campo de aplicação na análise dos elementos estruturais que actualmente se encontram na base de todas as grandes obras de engenharia civil.

Por outro lado os terrenos de fundação do tipo rochoso, por vezes, também apresentam um comportamento mecânico que não se afasta muito da teoria da elasticidade. Tal circunstância permite efectuar demasiadas simplificações, mais ou menos ousadas e comodistas, quase sempre caracterizadas por uma excessiva generalização. Deste modo é usual considerar como válida (embora indevidamente) a extensão da teoria da elasticidade ao estudo de todos os maciços rochosos de fundação, procurando definir características elásticas aplicáveis numa análise de conjunto, englobando não só a superestrutura mas ainda as infraestruturas da própria obra.

Nestas condições o projectista sòmente procura definições numéricas, (mais ou menos apoiadas em dados experimentais ou em simples observações visuais) do módulo de elasticidade *E* e do coeficiente de *Poisson* μ, para poder calcular as deformações, do terreno de fundação, a compatibilizar com a superestrutura da obra que pretende edificar,

Perante tal situação os técnicos encarregados da realização de trabalhos experimentais desta natureza, encontram-se pressionados nesse sentido, orientando os seus estudos de forma a procurarem dar uma resposta desse tipo tão satisfatória quanto possível. Noutros casos o próprio cliente por uma questão de comodismo, por desconhecer as dificuldades das técnicas de ensaio, ou por quaisquer outras razões, pretende ainda uma definição numérica, mais ou menos oficializada, das características elásticas de determinado maciço rochoso, a utilizar como terreno de fundação, de forma a distribuir as eventuais responsabilidade que o caso possa envolver.

Por sua vez o técnico encarregado da realização dos ensaios, perante um fatalismo que lhe é mposto pela própria natureza do trabalho, e ainda por uma questão de auto-defesa, procura refugiar-se por detrás de uma desarticulada série de resultados experimentais que, por princípio, se consideram indiscutíveis, embora muitas vezes não se lhes possa atribuir uma interpretação de conjunto racionalmente defendida ou posteriormente confirmada por novos ensaios que eventualmente se venham a realizar.

3.1 — Métodos estáticos

O ensaio mais simples que se pode realizar consiste na colheita e corte de alguns provetes de rocha, os quais são submetidos a um estado de compressão simples, com medição simultânea de extensões longitudinais e transversais, de forma a determinar o módulo de elasticidade *E* e o coeficiente de *Poisson* μ através da aplicação das expressões de *Hooke*,

$$\varepsilon_x = \frac{1}{E}\left\{\sigma_x - \mu\,(\sigma_y + \sigma_z)\right\}$$

$$\varepsilon_y = \frac{1}{E}\left\{\sigma_y - \mu\,(\sigma_x + \sigma_z)\right\} \qquad (4)$$

$$\varepsilon_z = \frac{1}{E}\left\{\sigma_z - \mu\,(\sigma_x + \sigma_y)\right\}$$

onde,

σ_x, σ_y, σ_z — tensões principais segundo (x,y,z)
ε_z, ε_y, ε_z — extensões segundo (x,y,z)
μ — coeficiente de *Poisson*
E — módulo de elasticidade do material.

Os sinais (+) e (—) correspondem a extensões ou tensões respectivamente de tracção ou de compressão.

No caso particular de se tratar de um ensaio de compressão simples, $\sigma_x = \sigma_y = O$ e $\sigma_z \neq O$, teremos por substituição em (4),

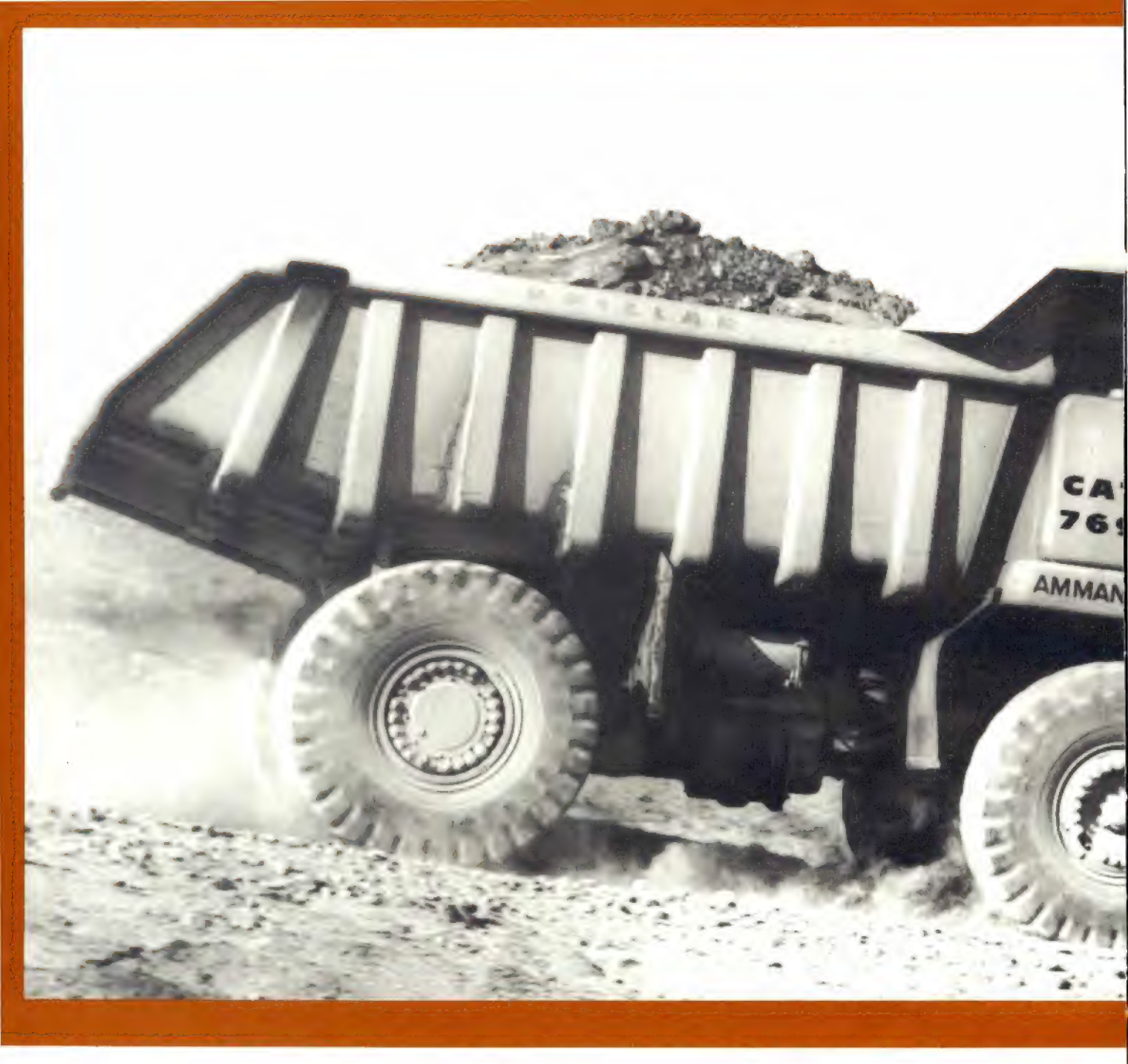
$$E = \frac{\sigma_z}{\varepsilon_z} \qquad (5)$$

Por sua vez, a partir da definição de coeficiente de *Poisson*, teremos,

$$\mu = \frac{\varepsilon_x}{\varepsilon_z} \qquad (6)$$

o que permite a determinação experimental desta característica física do material através da rea-

CATERPILLAR
OS TRAVÕES PODEM AUMENTAR A PRODUTIVIDADE?
TECNICA X



SIM-NO 769 OS TRAVÕES NÃO PERDEM A EFICÁCIA, PERMITINDO AO OPERADOR CONDUZIR COM RAPIDEZ E SEGURANÇA

Os travões CAT, inspiram confiança ao operador do camião 769 por não perderem a eficácia. Capaz de uma força continua de travagem de 560 HP, ou de um esforço intermitente de potência muito mais elevada, o 769 transita pelas estradas de transporte a grande velocidade. Por exemplo, um 769 completamente carregado pode descer uma rampa com a inclinação de 8 %, durante 1,6 km a uma velocidade de 66 km/h, sem necessidade de retardadores auxiliares. Com o 769, os operadores podem conseguir maior produtividade por atingirem maior velocidade nas descidas. Além disto estes travões multi-disco de grande eficácia não necessitam de ajustes... quer dizer: a vida dos travões mede-se em milhares de horas.

CONSIDERE-SE AGORA A SUSPENSÃO:

O operador viaja confortàvelmente e o camião sofre menos desgaste com o sistema de suspensão óleo-pneumática Caterpillar que substitui as molas convencionais, de folha e helicoidais

...A DESCARGA RÁPIDA:

O 769 descarrega em 12 segundos. Uma só alavanca comanda toda a manobra de descarga. Também é fàcilmente carregável — o 769 proporciona aos operadores das pás carregadoras um grande espaço para descarga dos baldes.

...E A SEGURANÇA:

O 769 é construído segundo o padrão de qualidade comum a todo o material Caterpillar. Programas de ensaio sistemáticos e rigorosos contribuiram uma vez mais para o fabrico de uma máquina 100 % eficaz.

Motor Diesel potente, económico e de confiança... transmissão servo-comandada Cat que ajusta automàticamente a potência às condições da estrada, com 9 velocidades em 3 grupos... velocidades para a frente até 66 km/h. Estas são algumas das razões da maior produtividade do 769, que resultam em mais baixo custo por tonelada.

OS RESULTADOS CONSAGRAM O 769...

Dos E. U. A. — A Dolcito Quarry Company substituiu duas unidades de 16 toneladas por um 769 — Aumento de produtividade, diminuição de despesas.

Da Suiça — A Jura Cementfabriken Co. utiliza um 769 para transporte de calcário detonado e xisto escarificado. Velocidades mais rápidas nas descidas, maior produção. Um dos dirigentes da empresa comenta: «Há muito que aguardávamos um camião com as características do 769».

Dos E. U. A. — Os operadores da Latrobe Construction Co. elogiam a suspensão do 769: «Realmente atenua os solavancos», «Conduz-se como um automóvel», «Guia-se fàcilmente... manobra-se bem».

Do Canadá — Transportando calcário, numa exploração mineira, o camião CAT 769 excede em 19 % a produção duma unidade de 36 toneladas. Ciclos mais rápidos com mais viagens por hora conferem superioridade ao 769.

Dos E. U. A. — Jack Gillen, vice-presidente da Gillen Coal Mining Inc. declara: «Num circuito de transporte de 550 m, os nossos seis 769, carregados por duas escavadoras de 3 m³, suportaram uma sobrecarga média de 19 m³ por dia, trabalhando em dois turnos de 7 horas.

A suspensão óleo-pneumática dos 769 e a sua elevada velocidade de operação, proporcionam um aumento de produtividade de 29,5 % em relação aos antigos camiões de 25 toneladas que a Gillen possuía».

Características sumárias do 769:

Carga útil	32 toneladas
Capacidade rasa	17,8 m³
Capacidade amontoada (declive 2:1)	22,2 m³
Potência do motor (ao volante)	400 HP
Transmissão	Servo-comandada com divisor de binário
Velocidades: 9 para a frente — 3 para trás, até 66,8 km/h	
Pneus	18.0-25 (4 pneus traseiros)
Distância entre eixos	3607 mm
Peso (aproximado)	25 370 kg

A S.T.E.T. dispõe de vasta existência de peças sobressalentes, oficinas especializadas e grande experiência, para garantia do seu investimento. Peça informações acerca do produtivo e econômico camião 769

CATERPILLAR

Caterpillar e Cat são marcas registadas de Caterpillar Tractor Co.

S.T.E.T.

SOCIEDADE TÉCNICA DE EQUIPAMENTOS E TRACTORES, S.A.R.L.

PRIOR VELHO – SACAVÉM

Telef. 251 0001-2-3-3-4 **Teleg. "STETRA"**

X5209 P-0166-201

TECNICA XXIV

Impresso em Portugal

lização de um ensaio de compressão simples.

Posteriormente alguns provetes são ensaiados de forma a tornar possível a determinação da tensão de rotura do material à compressão simples (σ_r).

Estes ensaios são realizados através da utilização de máquinas de tipo universal (tracção-compressão) e as extensões observadas por intermédio de extensómetros de qualquer tipo, desde que disponham de uma base de medida 2 a 3 vezes superior à maior dimensão dos elementos cristalinos existentes na rocha, e permitam efectuar a leitura de extensões com uma precisão igual ou superior a 10^{-4}.

Várias são as objecções levantadas aos resultados provenientes de ensaios deste tipo. De uma maneira geral, as amostras só excepcionalmente poderão ser representativas do maciço rochoso em estudo. No caso de se tratar do ensaio de tarolos obtidos através de sondas rotativas, a percentagem de amostra colhida depende da natureza geológica do terreno atravessado, da profundidade da colheita, do diâmetro da sonda, do tipo de ferramenta utilizada no corte, (granalha de aço, diamantes, aços especiais, etc.), da velocidade de rotação, da pressão de corte, da habilidade do operador, etc.

Como fàcilmente se compreende uma amostragem deste tipo, e para os diâmetros usuais de 4 a 8 cm, só fornece elementos representativos do terreno com elevado grau de qualidade, de forma a poder resistir, sem se desagregar, à maior ou menor violência das operações de corte.

Esta dificuldade é muitas vezes parcialmente contornada por intermédio da avaliação da percentagem de tarolo obtida ao longo do furo, sob determinadas condições de trabalho, ou através da realização de ensaios de permeabilidade. Estes ensaios consistem em submeter pequenos troços do furo a uma pressão hidrostática com avaliação simultânea dos caudais perdidos. Poderá então verificar-se uma *permeabilidade em grande*, quando as perdas são proporcionais à raiz quadrada da pressão de ensaio — Fórmula de CHEZY ($Q = K\sqrt{p}$) correspondente ao regime turbulento — Neste caso o escoamento deve dar-se através de fendas limpas existentes no terreno.

Quando as absorções variam linearmente com as pressões de ensaio — Fórmula de DARCY ($Q = C.p$) do regime laminar — denunciam a existência de fendas preenchidas por materiais do tipo dos solos, o que dificulta o posterior tratamento do terreno por meio de injecções de calda de cimento.

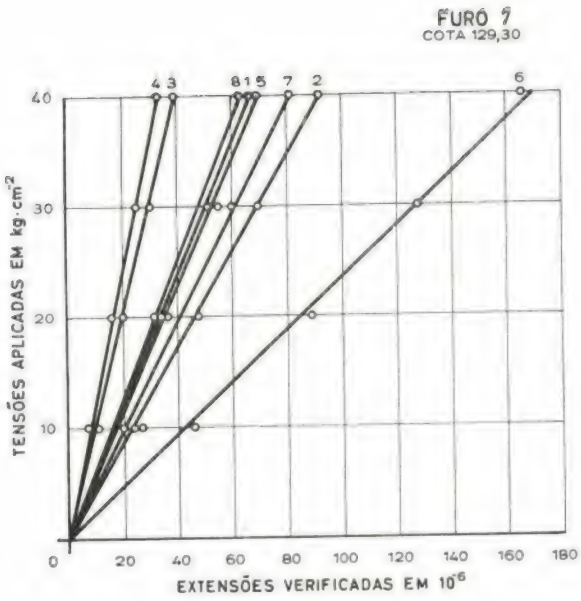
Pràticamente é impossível estabelecer uma correlação de todos estes parâmetros de forma a obter resultados concludentes que permitam uma definição numérica das características mecânicas do terreno prospectado.

Na fig. 3 apresentam-se alguns resultados obtidos sobre amostras de tarolos colhidos ao longo de um dos furos de pesquisa levados a efeito nos terrenos de fundação da barragem de Bouça (rio Zêzere). A percentagem de tarolo varia entre 25 e 100 %, enquanto os módulos de elasticidade da rocha (zona de contacto de xistos com granitos) exibem valores cuja dispersão se encontra compreendida entre 231 000 e 1 159 500 kg cm^{-2}.

Os resultados obtidos sobre amostras de rocha conduzem normalmente a módulos de elasticidade muito elevados, quaisquer que sejam as técnicas de ensaio utilizadas no laboratório. Tal circunstância resulta do facto das amostras ensaiadas, dada a maneira como é feita a colheita, só serem representativas do melhor material existente no maciço. Em muitos casos os tarolos obtidos pouco mais representam que *caroços* do próprio terreno. Por outro lado a violência do corte, a circulação de água, a descompressão natural do terreno etc., podem provocar fissurações de várias ordens de grandeza, contribuindo assim para uma maior dispersão dos resultados obtidos por esta via.

Para obviar a este inconveniente procede-se frequentemente a uma prospecção geotécnica mais completa, através da abertura de galerias. Este tipo de prospecção, embora seja tècnicamente mais eficaz, é mais demorado, mais dispendioso e nem sempre de fácil aplicação em face das perturbações que, por vezes, introduz no próprio terreno de fundação. Permite, no entanto, a colheita de amostras de grandes dimensões, a observação do estado de alteração da rocha, levantamento topográfico de diaclases, linhas de fracturação predominantes no maciço, etc., e ainda a realização de ensaios de outro tipo levados a efeito *in situ*.

Por outro lado as galerias de pesquisa são normalmente abertas em locais onde a informação geológica superficial e as próprias sondagens me-



TAROLO Nº	PROF DO FURO m	VALOR DE E kg·cm⁻² (0÷40 kg·cm⁻²)
1	0,90	588 000
2	3,00	425 500
3	9,00	968 500
4	16,00	1150 500
5	20,00	571 500
6	22,00	231 000
7	27,00	500 000
8	30,00	606 000

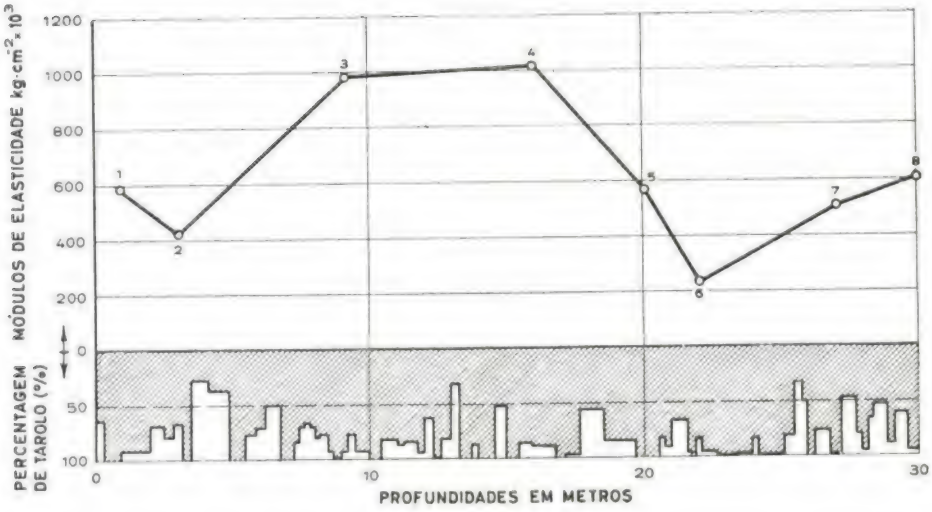


Fig. 3

cânicas ou geofísicas já denunciaram a existência de terrenos geotècnicamente menos favoráveis: visam um estudo mais pormenorizado dessas zonas bem como a colheita de amostras prismáticas, para ensaios de laboratório, cujas dimensões usuais se encontram compreendidas entre 10 × × 10 × 25 cm e cerca de 30 × 30 × 70 cm. A abertura das galerias é quase sempre realizada através da utilização de explosivos, o que introduz acentuadas alterações na estrutura da rocha, tornando bastante problemática a colheita de testemunhos representativos do conjunto rochoso. O canteiro encarregado dessa colheita procura a todo o custo resolver o seu próprio problema, talhando as amostras nos locais e nas direcções em que essa operação se torna possível, os quais, infelizmente, nem sempre coincidem com os mais indicados para o fim em vista.

A título de exemplo citaremos o caso particular das dificuldades que poderão ser encontradas ao pretendermos realizar uma colheita de amostras de grandes dimensões em formações geológicas constituídas por quartzitos ou xistos altamente fracturados.

Os resultados obtidos através do ensaio de amostras prismáticas apresentam uma grande dis-

persão de valores, por vezes superior à que se verifica sobre tarolos. A amostragem por prismas, embora difícil de realizar, permite a obtenção de testemunhos não só em zonas do terreno fortemente alterado mas ainda em zonas de rocha sã, a que corresponderiam situações extremas respectivamente de 0 e 100 % de tarolo numa prospecção por sondagem rotativa, resultando daí a maior dispersão de resultados anteriormente referida.

Pode mesmo acontecer que entre os diferentes testemunhos se encontrem materiais com estados de alteração compreendidos entre os solos e a rocha sã pròpriamente dita, os quais vão ser submetidos ao mesmo tipo de ensaio, para determinação de características elásticas, através da aplicação das expressões 5 e 6.

Por outro lado a probabilidade de efectuar uma colheita de provetes fissurados, aumenta com o tamanho das amostras. Casos há em que o andamento da curva de tensões deformações $\delta = f(\sigma)$, tanto no ciclo de carga como no de descarga, só poderá ser explicado pela existência de fissuras, microfissuras, tensões residuais ainda concentradas no interior das amostras de maiores dimensões, etc.

O primeiro obstáculo encontrado para uma correcta interpretação dos resultados dos ensaios laboratoriais, resulta do facto da rocha não satisfazer inteiramente às hipóteses fundamentais da teoria da elasticidade. Para os materiais rochosos, constata-se que qualquer alteração do seu estado de tensão não é instantâneamente seguida da correspondente mudança do estado de extensão. Tais materiais, ao serem solicitados por determinada carga, apresentam um comportamento mecânico que não poderá considerar-se perfeito quando encarado sob o ponto de vista elástico. Mesmo que a tensão aplicada não ultrapasse determinado limite, a que chamaremos *elástico-viscoso*, apresentam deformações que, na melhor das hipóteses e para facilitar a exposição poderemos considerar de 2 tipos: Uma deformação δ_0, instantâneamente verificada após a aplicação da carga, com características puramente elásticas, e uma deformação função do tempo δ_0, δ_1 chamada deformação de *fluência* (fig. 4).

Após a aplicação da solicitação, dar-se-á uma deformação instantânea, continuando o material a ceder, à medida que o tempo decorre, de tal

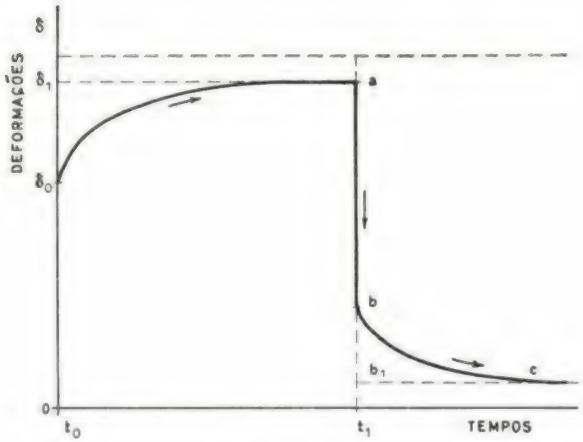


Fig. 4

modo que as deformações observadas convergem para um limite à medida que t tende para infinito ($\lim_{t=\infty} \delta = \text{const.}$).

Estas deformações podem, num grande número de casos, ser totalmente recuperadas uma vez retirada a carga que as motivou, tal como acontece com as deformações elásticas, embora essa recuperação não se verifique instantâneamente. Quando as deformações de *fluência* se processam ao longo de um intervalo de tempo bastante grande, a sua recuperação só se obtém decorrido um espaço de tempo aproximadamente igual àquele em que o material foi mantido em carga. Tais deformações convergem muito ràpidamente e, na maioria dos casos de aplicação prática, poderemos considerar de reduzida importâncias as deformações que se possam vir a processar alguns dias depois da aplicação da carga. No entanto conseguem-se avaliar para intervalos de tempo bastante grandes.

Os materiais rochosos apresentam, por conseguinte, uma elasticidade que poderemos considerar retardada no tempo, chegando-se mesmo a admitir que possuem um *módulo de elasticidade função do tempo*. Deste modo os materiais rochosos, como consequência das frequentes heterogeneidades que por vezes exibem e por outras causas mal conhecidas, apresentam uma anisotropia elástica e ainda um módulo de deformação dependente da tensão de ensaio e do tempo de aplicação da carga.

Para um limite superior que não ultrapasse cerca de 1/3 da tensão de rotura do material à compressão simples, os ensaios laboratoriais conduzidos sobre amostras de rocha podem fornecer

4 tipos fundamentais de curvas $\delta = f(\sigma)$ [3], tal como se apresentam nas figs. 5, 6, 7 e 8, as quais

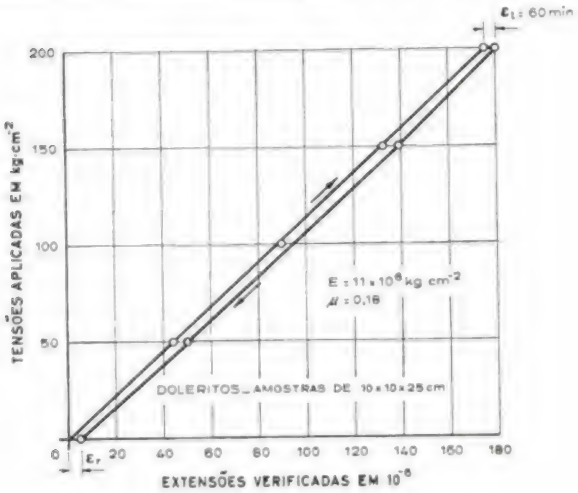


Fig. 5

são representativas de muitas centenas de ensaios conduzidos sobre amostras das mais variadas procedências e de diferente natureza geológica. Tais curvas correspondem respectivamente a materiais

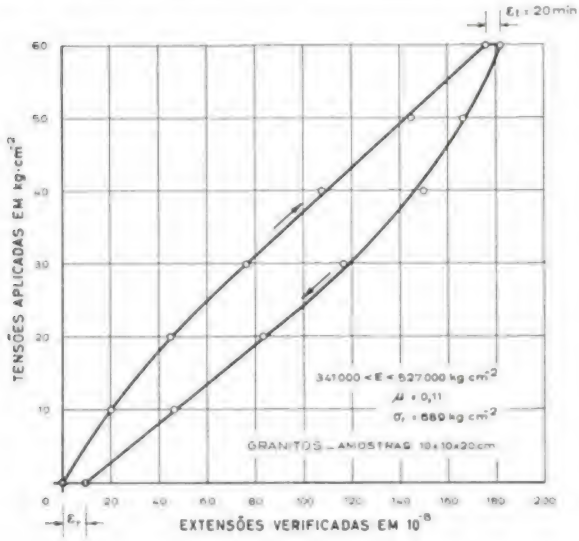


Fig. 6

de muita baixa deformabilidade (Fig. 5), de deformabilidade intermédia (Fig. 6), de grande deformabilidade (Fig. 7) e materiais a que poderemos chamar *traumatizados* (Fig. 8).

Por vezes os gráficos obtidos para $\delta = f(\sigma)$ divergem das características fundamentais, apre-

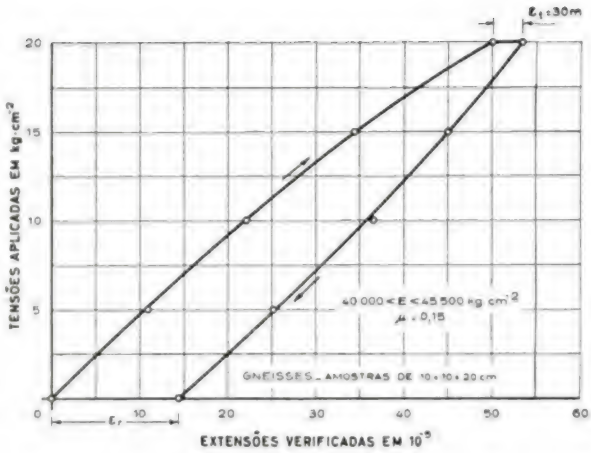


Fig. 7

sentando uma forma mais ou menos complexa, proveniente de uma eventual sobreposição de

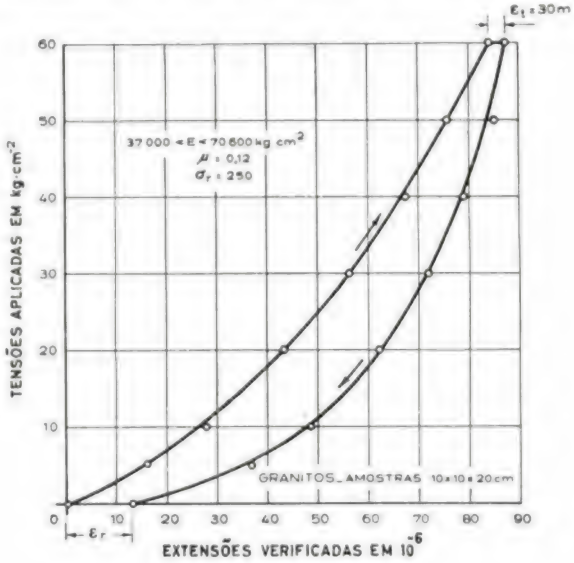


Fig. 8

efeitos, resultantes não só das heterogeneidades mas ainda dos diferentes traumatismos a que o material foi submetido.

A interpretação correspondente aos gráficos do tipo fundamental poderá ser objecto de várias hipóteses de valor mais ou menos expeculativo. Os resultados da fig. 5 correspondem geralmente a materiais rochosos de grão fino e tipo cristalino, exibindo uma acentuada homogeneidade e uma reduzida deformabilidade. Poderemos admitir que durante os ensaios não se instalam elevadas concentrações de tensões nos pontos de contacto dos cristais, que constituem o elemento fundamental da rocha, de forma a que se

---

[3] No decurso do presente trabalho analisam-se indistintamente os gráficos de $\delta = f(\sigma)$ e $\varepsilon = f(\sigma)$. Tal facto não apresenta inconvenientes de maior visto corresponder a uma simples mudança de escalas.

possam verificar quaisquer roturas ou deslizamentos localizados. Por tal motivo o material exibe acentuadas características elásticas e um efeito de tempo (*fluência*) bastante reduzido.

Os gráficos da Fig. 6 apresentam uma ligeira curvatura, voltada no sentido do eixo das deformações. Correspondem a rochas do tipo cristalino de grão relativamente grosseiro. Neste caso, uma eventual concentração de tensões nos pontos de contacto de alguns cristais de maiores dimensões, ou uma tensão tangencial crítica instalada em determinadas superfícies de contacto dos mesmos elementos, poderão provocar roturas ou deslizamentos responsáveis por um ligeiro aumento da deformabilidade do material, em função dos esforços aplicados no ensaio. Daí resulta um efeito de tempo mais ou menos elevado, pronunciada histerese e o consequente aparecimento de pequenas deformações residuais não recuperáveis.

O comportamento dos materiais a que correspondem os gráficos da Fig. 7 assemelha-se bastante ao dos solos. Apresentam uma maior curvatura voltada no sentido do eixo das deformações, mostrando que a deformabilidade da rocha cresce ràpidamente em função da tensão aplicada. Exibem um efeito de tempo muito acentuado e, por conseguinte, uma deformação residual muito pronunciada. No entanto, em determinadas circunstâncias, algumas características mecânicas destes materiais podem permanecer mascaradas dando origem a resultados de certo modo imprevistos.

A existência de fracturas, heterogeneidades da rocha, etc., colocando em contacto materiais de rigidez muito diferenciada, poderão dar origem a um parcial refechamento das juntas ou a uma verdadeira consolidação da amostra sob a própria tensão de ensaio. Neste caso a deformabilidade diminuirá com a tensão aplicada, dando origem a gráficos com uma curvatura voltada no sentido do eixo das tensões. Restará no entanto, a principal característica física destes materiais, traduzida por uma acentuada deformação residual não recuperável.

O comportamento dos materiais a que correspondem gráficos como o que se apresenta na fig. 8 é de difícil explicação, podendo ser atribuído às mais variadas causas tais como: eventual existência de tensões residuais, microfissuração resultante da descompressão do material, macrofissuração provocada pelos traumatismos do corte, variações de temperatura, teor de humidade, etc. Neste caso poderemos considerar todas estas causas como consequência de um *traumatismo* mais ou menos complexo a que o material foi submetido. Tal situação conduzirá forçosamente a uma irregular distribuição das tensões de ensaio, no interior da amostra, dando origem a deslizamentos, roturas, refechamento de fissuras, inversão de esforços, etc., de imprevisível efeito sobre a forma da curva a obter em cada caso particular.

Os materiais deste tipo exibem gráficos de $\delta = f(\sigma)$ cujo ramo inicial apresenta uma concavidade voltada no sentido do eixo das tensões. Nessa zona a deformabilidade da rocha decresce com a tensão aplicada, contràriamente ao que se passará para estados de tensão próximos da rotura.

No que se refere ao coeficiente de *Poisson*, notam-se algumas discrepâncias de resultados, por vezes, difíceis de explicar.

Embora os valores de μ possam apresentar um campo de variação compreendido entre 0 (na cortiça) e 0,5 (nos plásticos), nos materiais rochosos oscilam entre 0,1 e 0,3 sem razões bem definidas além daquelas que resultam dos diferentes traumatismos a que o material foi submetido.

Em materiais do tipo do gesso, nota-se um ligeiro acréscimo dos valores de μ com a tensão de ensaio. No entanto, nos materiais rochosos não se tem observado qualquer variação desse tipo, admitindo-se a hipótese da mesma ficar mascarada pela dispersão de resultados, provocada pelas heterogeneidades características do material.

3.2 — Métodos dinâmicos

Embora se trate de técnicas menos usuais, os métodos dinâmicos são por vezes utilizados na determinação de módulo de elasticidade de materiais rochosos.

É fácil demonstrar, a partir da teoria da elasticidade, que a velocidade longitudinal de ondas elásticas é dada em função do módulo de elasticidade do material, do coeficiente de *Poisson* e da massa específica, pela expressão:

$$V = \sqrt{\frac{E}{\rho} \times \frac{1-\mu}{(1+\mu)\,(1-2\mu)}} \qquad (7)$$

em que,

V — Velocidade longitudinal da onda elástica através do material em estudo

E — módulo de elasticidade

ρ — massa específica

μ — coeficiente de *Poisson* ($\simeq 0{,}20$)

Trata-se de uma medição indirecta em que a principal característica física a observar é a velocidade de propagação longitudinal da onda elástica através do provete do material em estudo. O coeficiente de *Poisson* é arbitrado ($\simeq 0{,}20$) e os valores e E calculados através da expressão (7), uma vez que seja conhecida a massa específica do material.

A técnica de ensaio consiste em aplicar sobre um dos topos de um provete, de comprimento bem conhecido, um emissor de vibrações mecânicas de elevada frequência, e sobre o outro um receptor do mesmo tipo capaz de registar os respectivos tempos de percurso. Normalmente utilizam-se vibrações ultra-sonoras com frequências compreendidas entre 20 KC. seg.$^{-1}$ e 100 000 KC. seg.$^{-1}$.

O módulo de elasticidade obtido por esta via, E_d, designa-se por *módulo de elasticidade dinâmico*. O seu valor não coincide com o módulo de elasticidade estático e alguns autores consideram que tal coincidência se verificará na origem dos gráficos $\delta = f(\sigma)$, de acordo com a relação $E_d = \lim_{\sigma=0} \frac{\sigma}{\varepsilon}$.

A determinação do módulo de elasticidade de materiais rochosos por métodos dinâmicos não oferece suficiente garantia sob o ponto de vista geotécnico. Além da determinação ser fundamentada nas hipóteses de que o material é perfeitamente elástico, homogéneo e isótropo, pressupõe ainda o conhecimento da massa específica (ρ) e do coeficiente de *Poisson* (μ) o que constitui sério embaraço, normalmente removido pelo simples arbítrio destas duas características físicas.

Por outro lado a expressão (7) apenas nos fornece um único valor de E_d para cada amostra, não considerando as variações desta característica com a tensão aplicada e com o tempo de aplicação da carga, tal como acontece com os ensaios estáticos ([4]).

(4) — O módulo de elasticidade da água obtido através da expressão (7) conduz a um valor de Ed da ordem dos 22 500 kg.cm^{-2} sem qualquer significado sob o ponto de vista estático.

As velocidades de propagação normalmente observadas sobre amostras de materiais rochosos variam entre cerca de 1000 m.seg.$^{-1}$ e 7000 m.seg.$^{-1}$, ou seja na relação de 1/7, o que condiciona um pouco a precisão dos resultados relativamente a outras técnicas de ensaio.

A hipótese dos valores de E_d serem definidos pela tangente na origem à curva $\delta = f(\sigma)$, está em parcial desacordo com a ideia correntemente aceite de que o módulo de elasticidade dinâmico é sempre mais elevado do que o estático. Tal como se poderá depreender dos gráficos apresentados nas figs. 6 e 8, teremos valores Ed $>$ E no 1.º caso e valores de Ed $<$ E no segundo, o que vem justificar a nossa afirmação.

3.3 — Análise crítica dos resultados obtidos sobre amostras de rocha

Como anteriormente foi referido, os valores de E obtidos sobre amostras de rocha ensaiadas em laboratório conduzem a uma elevada dispersão de resultados, sendo varios os parâmetros responsáveis por tal circunstância.

Os resultados obtidos, ou nos fornecem, para cada amostra, um único valor E_d, tal como acontece com os ensaios dinâmicos, ou uma infinidade de módulos de elasticidade correspondentes a uma família de curvas $\delta = f(\sigma, t)$ com ramos distintos de carga e descarga, ramos esses que, em determinadas circunstâncias, ainda dependem do número de ensaios a que o material já foi submetido. Daqui surge a dificuldade de escolher, para cada amostra, o ponto da curva que mais nas convém utilizar, dada a infinidade de soluções que o ensaio coloca à nossa disposição.

Nestas circunstâncias o esperimentador vê-se obrigado a tomar uma decisão, um tanto ou quanto ousada, no sentido de satisfazer o pedido que lhe é formulado pelo projectista e que se resume em saber qual o valor numérico do módulo de elasticidade de determinado maciço rochoso onde foram colhidas as amostras ensaiadas.

Como harmonizar todos os parâmetros em causa, de modo a fornecer um valor de E tão representativo quanto possível, sem que o julgamento pessoal acabe por desempenhar um papel decisivo? Se assim é, como poderão os resultados experimentais ser considerados como indiscutíveis se, na maior parte dos casos, nos aparecem

sintetizados sob uma forma mais ou menos pessoal?

Várias têm sido as tentativas levadas a efeito no sentido de atenuar o aspecto menos preciso da questão. Assim nos surgem as definições de módulo de elasticidade estático e dinâmico, consoante as técnicas de ensaio utilizadas. Por sua vez o módulo de elasticidade estático ainda apresenta definições de pormenor, consoante a zona do diagrama $\delta = f(\sigma)$ em que é considerado, o tempo de aplicação da carga, etc.

São frequentes as definições de módulo de elasticidade na origem do gráfico $\delta = f(\sigma)$, módulo de elasticidade secante, módulo de elasticidade para determinada tensão e determinado tempo de aplicação da carga, etc.

— Como fàcilmente se compreende, o problema apresenta uma grande complexidade, havendo sempre uma definição que mais convirá adoptar em cada caso particular, a qual se encontra inteiramente dependente de um julgamento de carácter pessoal.

(Continua)

NOTICIÁRIO

5.º Encontro Internacional dos Membros da Cooperação Mediterrânea de Energia Solar — COMPLES

A ideia da criacão da Cooperação Mediterrânea de Energia Solar apareceu durante um um Colóquio sobre as Energias Solar e Eólica, organizado Grécia, em 1961.

Desejando unir os seus esforços de investigação para a utilização da energia solar, os fundadores da COMPLES assinaram um documento propondo o estabelecimento de contactos frequentes entre todos os que, nos países mediterrâneos, se interessam pela fruição desta energia, a fim de evitar os esforços dispersos, traçar novas linhas de investigação e estabelecer programas comuns.

Depois de um período inicial, organizou-se um encontro em Milão, em Setembro de 1962, durante o qual se decidiu criar diversas comissões técnicas. Nos encontros anuais de Madrid (1963), Lisboa (1964) e Istambul (1965) foram criadas as seguintes comissões: radiação solar; aquecimento a baixa temperatura; destilação solar; conversão termodinâmica; conversão fotoeléctrica directa; secagem solar; conversão fotoquímica; fotobiologia.

A COMPLES é presidida pelo Sr. Luís de Azcarraga, actual presidente da Comissão Nacional Espanhola das Energias Espaciais e agrupa uma centena de membros entre homens de ciência e industriais de 16 países mediterrâneos, directamente interessados na utilização da energia solar nesta região do globo. Diversos membros associados residindo noutros países do mundo participam igualmente nas actividades da COMPLES.

O Secretariado Internacional de que é director, desde a fundação, o Prof. M. Perrot, tem a sua sede na Faculdade de Ciências de Marselha, no Laboratório de Heliotecnicos na Bacia Mediterrânea. O Secretariado publica dois boletins anuais com uma tiragem de 850 exemplares, assim como diversas publicações destinadas a fornecer informações aos membros da COMPLES e a outras pessoas interessadas.

Diversos contactos realizados no plano internacional deram origem a realizações de tipo industrial. Citaremos, por exemplo, o forno de 50 KW da estação solar do Laboratório de Heliotecnia e os fornos de Gênes e de Tarente; a realização deste último deve-se à firma italiana COSIDER.

O último Encontro anual dos membros da COMPLES, que assinalou o 5.º aniversário da sua fundução, realizou-se em Marselha, de 20 a 25 de Maio de 1966.

Foram expostas as últimas novidades sobre as aplicações de energia solar nos domínios das várias comissões técnicas. Sublinhou-se, por outro lado o interesse que as instituições nacionais começam a ter pela utilização desta importante fonte de energia. Este interesse acaba de se manifestar em França pela criação duma Secção de Energia Solar na Société Française des Thermiciens, assim como a Associação Francesa para o Estudo e Desenvolvimento da Energia Solar.

O Encontro foi precedido de um Colóquio de Especialidade sobre as Fotopilhas e suas aplicações Terrestres e Espaciais, organizado pela respectiva Comissão Técnica da COMPLES e pelo Centro Nacional de Estudos Especiais.

O Colóquio agrupou cerca de 150 técnicos de diversos países, entre os quais alguns dos mais eminentes especialistas americanos e russos.

CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LDA.

PRAÇA DO MUNICÍPIO, 13-3.º — LISBOA 2 • TEL. 36 65 06

SONDAGENS • FUNDAÇÕES
TRABALHOS MARÍTIMOS
PONTES E ESTRUTURAS

LUANDA

Cais acostável com 372 metros de comprimento, em construção

Projecto e execução de CONSTRUÇÕES TÉCNICAS, LDA.

Companhia de Carvões e Cimentos do Cabo Mondego

CAL HIDRÁULICA CABO MONDEGO

Fábrica totalmente remodelada

As mais modernas instalações de:

Cozedura	Com ar insuflado
Hidratação	Patente portuguesa projectada e construída em Portugal
Moagem	Automática
Expedição	Máxima rapidez na ensacagem e carregamento

A maior fábrica do País

A melhor Cal

A mais barata

Expedição contínua — Dia e noite

DO MUNDO TÉCNICO

ACELERADORES NUCLEARES

C. D. U. 621.384.61/-2

Os primeiros aceleradores nucleares foram construídos nos primeiros anos da década 1930-40 e destinavam-se a acelerar protões tendo em vista o seu uso como projécteis para a transmutação de núcleos atómicos.

Rutherford mostrou, com as suas esperiências em Manchester, durante a guerra de 1914-18, que os átomos de hélio com grande energia cinética (partículas α), tendo energias da ordem dos milhões de eV, podiam transformar núcleos de azoto em núcleos de oxigénio e que o mesmo era possível para outros elementos leves. Mas o número de transmutações era pequeno porque o número de partículas α produzido por uma fonte radioactiva era também pequeno. Era portanto natural que se pensasse em acelerar protões por meio de tensões elevadas, de modo a produzir projécteis artificiais. A necessidade aparente de produzir partículas com a energia de vários milhões de eV foi alterada pelas descobertas da mecânica quântica.

Recebi um artigo de um físico russo, Garnow, que estava a trabalhar em Copenhaga, sobre o mecanismo da penetração das defesas eléctricas do átomo pelas partículas α. Calculei imediatamente a tensão necessária para que os protões pudessem transmutar elementos leves e descobri que bastariam alguns milhares de eV. Com isto, a construção do primeiro acelerador nuclear, ficou dentro das nossas possibilidades e meios e, no Cavendish Laboratory, o Dr. Walton e eu pudemos transmutar núcleos de Lítio, Boro e Flúor, em quantidades apreciáveis.

O nosso acelerador era, em grande parte de construção caseira, feito de cilindros de vidro, então usados em bombas de gasolina, montados com a forma de uma torre, constituindo o canhão nuclear. O custo total, à parte os nossos próprios ordenados, foi de cerca de 1000 libras, das quais metade foram gastas num transformador de alta tensão.

Enquanto nós construíamos este acelerador, na Califórnia, o Professor Ernest Lawrence construía um ciclotrão — uma máquina que acelera protões por meio de impulsos eléctricos rápidos, enquanto eles percorrem uma órbita espiralada num campo magnético, até que atingem energias da ordem de vários milhões de eV. Em breve conseguiu o Prof. Lawrence confirmar o nosso trabalho e alargá-lo a partículas com energias mais elevadas.

Depois disto foram construídos ciclotrões com dimensões cada vez maiores, sendo o maior até hoje construído o do CERN, em Genebra, capaz de produzir protões com a energia de 750 milhões de volt 750 vezes superior à energia que se obtinha no primeiro ciclotrão de Lawrence.

É no entanto difícil obter energias ainda mais elevadas com o ciclotrão e, em 1945, Mc Millan em Berkeley, Oliphant em Birmingham e Veksler em

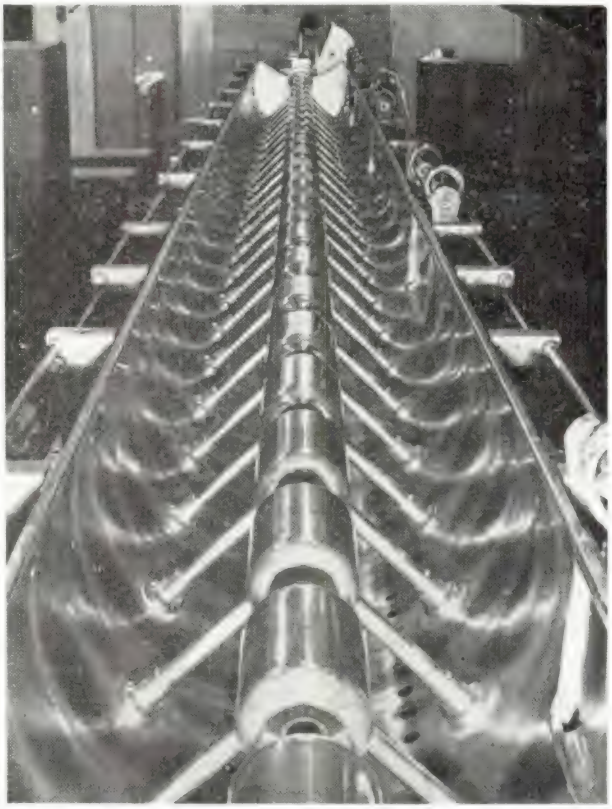


Fig. 1 — Este acelerador linear acelera protões até 50 MeV antes de serem injectados no potro-sincrotrão de 28 GeV do CERN. O feixe de protões desloca-se segundo o eixo dos eléctrodos cilíndricos, sendo acelerado ao atrrvessar o intervalo entre cada dois eléctrodos

Moscovo, inventaram um novo tipo de acelerador, o protosincrotão.

As máquinas mais potentes deste tipo foram construídas em Genebra, pelo CERN e em Brookhaven, nos E.U.A., e são capazes de produzir protões com energias da ordem dos 30 milhares de milhão de e V. Os protões são acelerados numa trajectória com 400

metros de diâmetro onde circulam sob acção dum campo magnético e recebem múltiplos impulsos eléctricos enquanto completam 500 000 voltas antes de atingir o estado de energia final. Proto-sincrotões de menor energia tinham sido anteriormente construídos em Bermingham, Berkeley e Moscovo.

Grandes aperfeiçoamentos

Os aperfeiçoamentos dos aceleradores de vários milhões de eV têm sido muito numerosos. Um dos mais espectaculares foi a criação de matéria na colisão de protões acelerados com outros núcleos. Os investigadores do princípio dos anos trinta mostraram que era possível criar pares de electrões positivos e negativos a partir de radiação, verificando deste modo a teoria de Dirac. O ciclotrão possibilitou a criação dos mesões π frequentemente encontrados nos raios cósmicos. Os proto-sincrotrões de energia mais elevada conseguiram criar mesões mais pesados, tais como o mesão K e mostraram a existência de partículas conhecidas por hiperões, mais pesadas que os protões. Os protões de 7 BeV do proto-sincrotão de Berkeley, criaram pares de protões e ainda neutrões e anti-neutrões, uma vez que a energia das partículas primárias é suficiente para converter a sua energia na massa de duas partículas pesadas, de acordo com a relação de Einstein $E = mc^2$.

O proto-sincrotão mostrou ainda a existência de um mundo de partículas sub-nucleares. Provou-se a existência de 100 destas «partículas» durante tempos muito curtos após a sua criação. Algumas delas são estados quânticos excitados dos nucleões elementares (protões e neutrões); outras parecem ser cachos temporários de mesões. As «partículas» podem ser agrupadas em famílias, exactamente do mesmo modo que os espectros atómicos foram agrupados em séries no princípio do século.

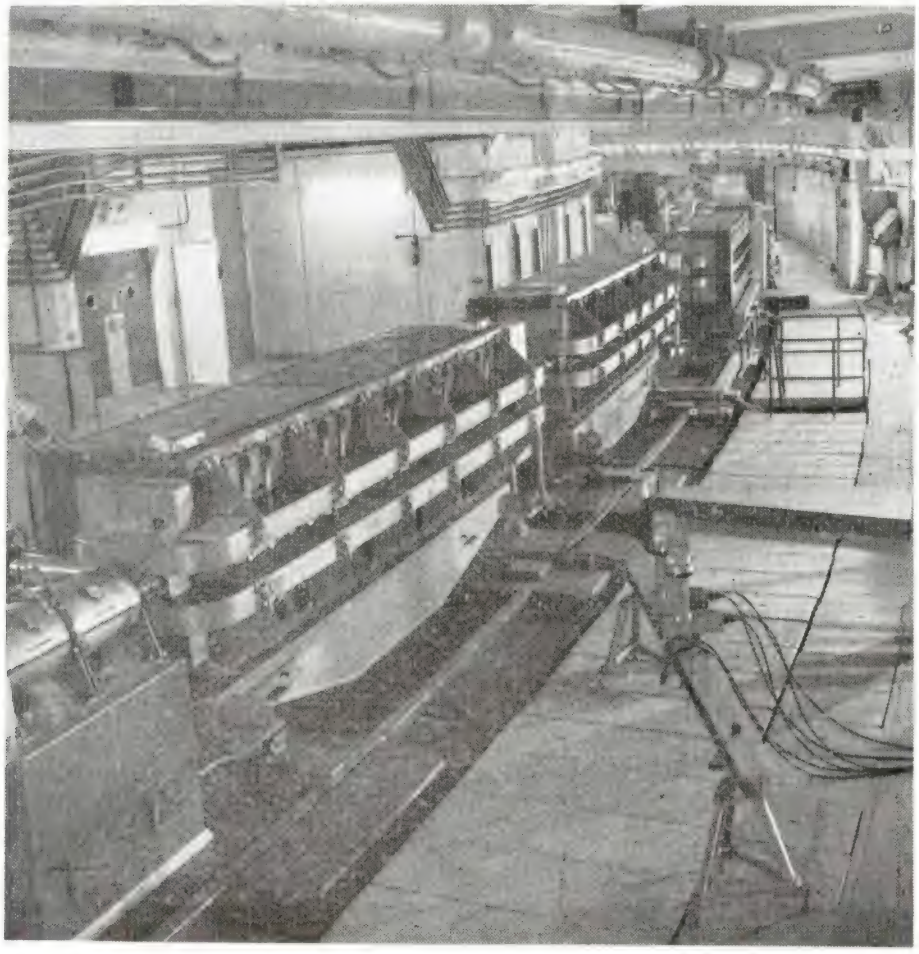


Fig. 2 — Vista interior da construção em anel que aloja o proto-sincrotão de 28 GeV do CERN, onde os protões são acelerados a 99,94 % da velocidade da luz. Este edifício tem 200 metros de diâmetro. Na gravura mostram-se algumas das 100 unidades que constituem o electro-íman da 3400 t que guia o feixe de protões e está assente numa viga antichoque, de betão, isolada da construção em anel

Triunfo da física teórica

Um dos maiores triunfos da física teórica em 1912 foi a aplicação da teoria quântica, por Niels Bohr para

explicar a arrumacão regular das riscas espectrais. Do mesmo modo, é de esperar que os físicos teóricos sejam capazes de explicar o significado dos grupos destas novas «partículas» e, desse modo preparar o caminho para futuros progressos no nosso conhecimento do mundo físico.

Outros triunfos experimentais dos aceleradores de 30 BeV foi a produção de feixes muito intensos dessas partículas fugazes — os neutrinos — cuja emissão nos processos de declínio radioactivo foi postulada por Pauli poucos anos depois de 1930. Os feixes de neutrinos têm actualmente sido usados para se estudar a sua interacção com a matéria, que é muito fraca. Descobriu-se que eles podiam criar mesões μ e que há duas espécies de neutrinos, uma associada com electrões e outra com mesões μ. Os neutrinos são capazes de penetrar em enormes espessuras de matéria, devido à sua fraca interacção e parecem ser de grande importância em alguns processos estelares.

Novos Projectos

Estão em construção alguns aceleradores nucleares ainda mais potentes. A Universidade de Stanford deve completar este ano um acelerador linear de electrões com 3 quilómetros de comprimento, ssusceptível de produzir electrões de 20 Bev de energia, com um custo orçado em mais de 100 milhões de dólares. Estes eletrões não usados no estudo da interacção de electrões de grande energia com a matéria a fim de estudar as leis electrodinâmica neste tipo de colisões.

Espera-se que os URSS conclua em 1967 em Serpukhov um proto-sincrotrão com uma energia mais de duas vezes superior à dos aceleradores do CERN e de Brookhaven. O CERN e os Estados Unidos estão a projectar proto cincrotões para energias de 300 e 200 Bev, respectivamente, embora ainda não se tenha chegado a acordo sobre a sua construção.

O acelerador do CERN terá uma trajectória circular com cerca de 2 km de diâmetro e custará cerca de 400 milhões de dólares. Haverá pelo menos 7 anos a construir e não estará em funcionamento antes de 1975 A máquina ocupará cerca de 1000 físicos e exigirá uma cidade de 5000 habitantes para a sua manutenção. Muitos dos países membros do CERN sugeriram várias localizações para o acelerador.

A construção de tal máquina duplicará o já elevado custo da física nuclear de alta energia para os países membros — mais 10 milhões de libras por ano parte da Grã-Bretanha. A tarefa de persuadir os Governos de que esta despesa adicional é essencial para o progresso do nosso conhecimento do mundo físico será gigantesca. A guerra do Vietname parece já ter conseguido aprovação para o acelerador americano.

Mas, entretanto, os estados europeus aprovaram a construção de uma extensão do proto-cincrotrão do CERN. Os protões de alta energia serão transmitidos da máquina a dois anéis de 300 m de diâmetro, conhecidos por «anéis de armazenamento».
Os protões circularão num e noutro anel em sentidos contrários, forçando-se a sua colisão em várias regiões de cruzamento. A colisão dos dois feixes de partículas será estudada, e aumentará a energia das colisões sem cerca de 60 vezes, em relação à máquina existente Uma das razões do interesse dos físicos nucleares pelo projecto, é a possibilidade de as experiências revelarem a existência duma muito discutida espécie hipotética de partícula nuclear mássica designada por «quarks» que pode ter uma relação básica com o domínio das partículas sub-nucleares.

Os anéis de armazenamento do CERN serão construídos em território francês e devem custar cerca de 80 milhões de dólares, devendo sobrecarregar em 20 milhões de dólares anuais o orçamento do CERN.

A cooperação entre o CERN e os laboratórios das universidades europeias assenta agora em bases bem estabelecidas e tem tido notável sucesso. Os laboratórios dos países europeus projectam e constroem muito do equipamento experimental usado no estudo da interacção das particulas nucleares. Grande número de fotografias — um milhão ou mais por ano — destes fenómenos nucleares são tiradas em câmaras de *bolhas* ou câmaras de *cintilaçção* operadas conjuntamente pelo CERN e pelos investigadores das universidades. Algumas destas fotografias são analisadas pelo pessoal do CERN e um grande número é enviado para os laboratórios das universidades para serem analisadas nos seus próprios aparelhos, sendo usado equipamento muito especializado para a medição destas fotografias.

Câmaras de folhas custando vários milhares de libras não transportadas pela Europa — da Grã-Bretalha ao CERN e volta; da França à Grã-Bretanha e daqui ao CERN.

Grupos de investigadores dos Estados Unidos e da União Soviética vêm trabalhar para o CERN. Este empreendimento é um exemplo notável de cooperação internacional.

Sir John Cockcroft O.M., F.R.S
da Universidade de Cambridge
da U.K.AE.A.

SOLUÇÃO PARA OS PROBLEMAS DE BOMBAGEM DO PVC E DO PVA

C. D. U. 678.743.22:678.744.422:621.65/68

O crescente emprego dos plásticos vinílicos em muitas industrias modernas agravou os problemas de bombagem com que se defrontam os fabricantes destes compostos. Dois destes compostos, correntemente usados são o acetato de polivinilo e o cloreto de polivinilo, materiais termoplásticos muito sensíveis à agitação mecânica, pelo que é muito importante a escolha das bombas mais apropriadas para mover estes materiais durante a fabricação evitando a sua desagregação e a sua possível coagulação.

Para compreender os problemas de bombagem do P.V.C. e P.V.A. do é necessário examinar o processo geral da sua preparação e as propriedades de ambos os produtos.

Acetato de Polivinilo

O PVA prepara-se por polimerização catalítica do acetato de vinilo.

$$CH_2 = CH - O - \underset{\underset{O}{\|}}{C} - CH_3 \rightarrow - CH_2 - \underset{\underset{\underset{CH_3 \quad C = O}{|}}{O}}{\overset{|}{CH}} -$$

Esta fórmula mostra que a quebra da dupla ligação permite obter um bloco capaz de formar contìnuamente uma molécula maior. Cada um dos extremos de molécula tenta sempre unir-se ao outro para compensar-se a si própria.

É este, simplificadamente, o processo de polimerização e assim se explica a sensibilidade destes compostos à agitação mecânica. A agitação de uma molécula neutra de um produto inibidor pode contribuir para retardar o processo de polimerização mediante a compensação dos extremos livres de cada molécula.

O polímero PVA é fàcilmente solúvel nos ésteres, cetonas e hidrocarbonetos em geral, e em particular nas da série aromática. É incolor, translúcido e insípido. Emprega-se muito como base para pinturas, com a adição dum pigmento branco ou colorido.

A sua viscosidade varia com o tipo de polimerização e o tipo de plastificador e de carga utilizados. A prática ensinou que normalmente é necessário bombear o PVA em duas gamas básicas de viscosidade: de 10 a 20 poise (para tintas) e 40 a 250 poise (para adesivos).

A viscosidade e a sensibilidade à desagregação não parecem estar ligadas entre si de qualquer modo As bombas fabricam se normalmente com folgas que satisfaçam as necessidades de bombagem na zona de maior viscosidade mas, de vez em quando, encontra-se um polímero de baixa viscosidade que precisa maiores velocidades de bombagem para satisfazer às necessidades do caudal. Contudo, uma maior velocidade implica um maior risco de coagulação e se se reduzem as folgas das peças em movimento para aumentar a eficiência necessária à baixa viscosidade, o aumento de fricção entre peças muito justas poderia também provocar um certo grau de coagulação.

Cada problema deve ser estudado detidamente e as especificações finais da bomba dependem da pressão e do grau de sensibilidade do PVA à desagregação. Com baixas pressões, as velocidades médias com «folgas viscosas» são satisfatórias, mas com altas pressões é preferível uma bomba de relativamente baixa velocidade mas com menos folga (veja-se figura); nas bombas com folga, as peças em movimento são de resina epóxica moldada sobre aço inoxidável e nas bombas de grande altura de impulso e de baixa velocidade, em vez de resina epóxica emprega-se borracha endurecida ligada ao aço inoxidável. As pressões do trabalho aproximam-se dos 3,5 Kg/cm² e a temperatura de bombagem é geralmente a ambiente.

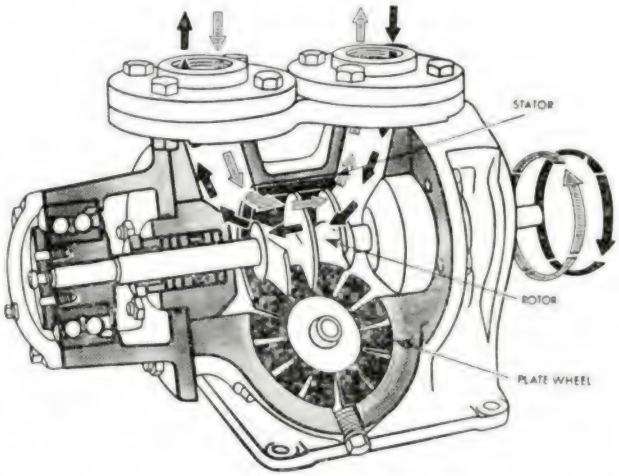


Fig. 1 — Bomba Goodyear D9. A principal característica é o seu funcionamento suave inerente ao princípio do parafuso de Arquimedes. Outra característica é o seu caudal bidireccional (indicado pelas setas).

Há bombas projectadas para velocidades relativamente altas (até 3 600 r.p.m.) de forma que entre 500 e 1.500 r.p.m. podem obter-se sem dificuldades altos rendimentos com produtos viscosos usando o PVA como base. Assim o mostram as numerosas bombas já em serviço e cujos rendimentos são bastantes satisfatórios com tintas à base de PVA e com PVA misturado com diversos plastificadores tal como ftalato de butilo. A roda em forma de parafuso de Arquimedes produz um fluxo axial uniforme e funciona quase como um êmbolo contínuo. A roda maciça engrenada ao rodete está projectada para girar a 8,3 % da velocidade do eixo com o que se evita excessiva coagulação do produto.

Cloreto de polivinilo

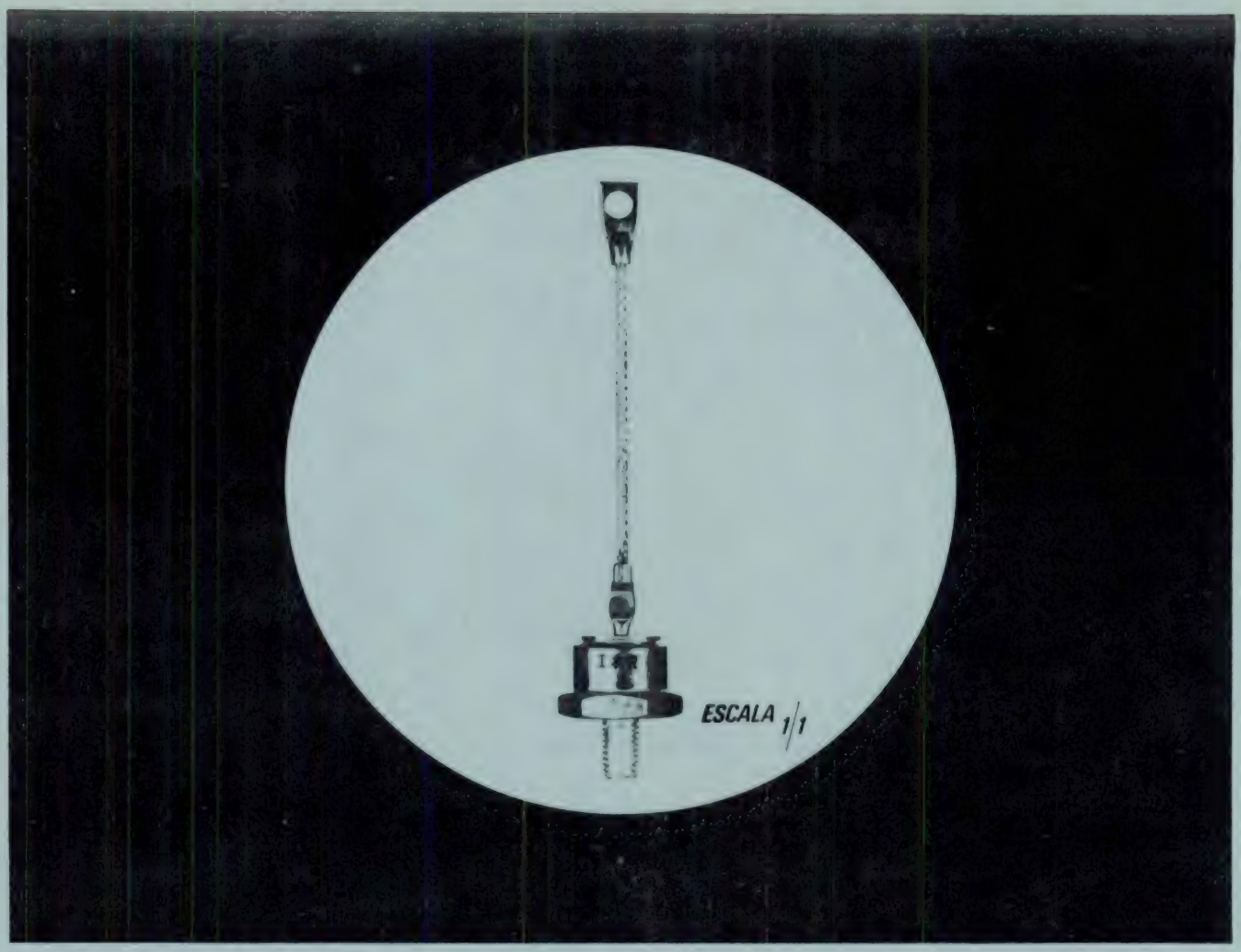
O PVC é um dos modernos plásticos de produção mais importante e sem dúvida o principal da gama de plásticos vinílicos. É um material termoplástico preparado por polimerização directa do cloreto de vinilo derivado da cloração do acetileno.

$$CH \equiv CH \rightarrow CH_2 = CH.\,Cl \rightarrow - CH_2 - CH.\,Cl -$$

Pode verificar-se que a sua estrutura é semelhante à do PVA, havendo aqui uma substituição do átomo do cloro pelo radical acetato.

O polímero pode ser combinado com uma grande gama de pesos moleculares que lhe conferem características de fluência, solubilidade, resistência química etc. e permitem grande diversidade de aplicações.

Bàsicamente é um pó branco mas que se pode obter em diversas formas: com ou sem plastificador, estabilizador, carga, etc.. Esta diversidade de formas aumenta um tanto os problemas de determinação das velocidades e das especificações adequadas às bom-



O SEU PRÓXIMO RECTIFICADOR* PODE CUSTAR-LHE 25$00/kW

Os novos rectificadores IOR das séries 40 e 41 HF foram concebidos para os circuitos em que são decisivos o BAIXO CUSTO e GARANTIA DE PERFEITO FUNCIONAMENTO

CARACTERÍSTICAS MECÂNICAS:

- Caixa resistente à corrosão
- Terminal de olhal (40 HF) ou trança (41 HF)
- Grande resistência à vibração e choques

CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS:

- Corrente máxima rectificada	40A
- Corrente pico (10 ms)	380A
- Tensões inversas de pico	50 a 1.000 V
- Corrente máxima inversa	7 mA
- Polaridade normal ou invertida	

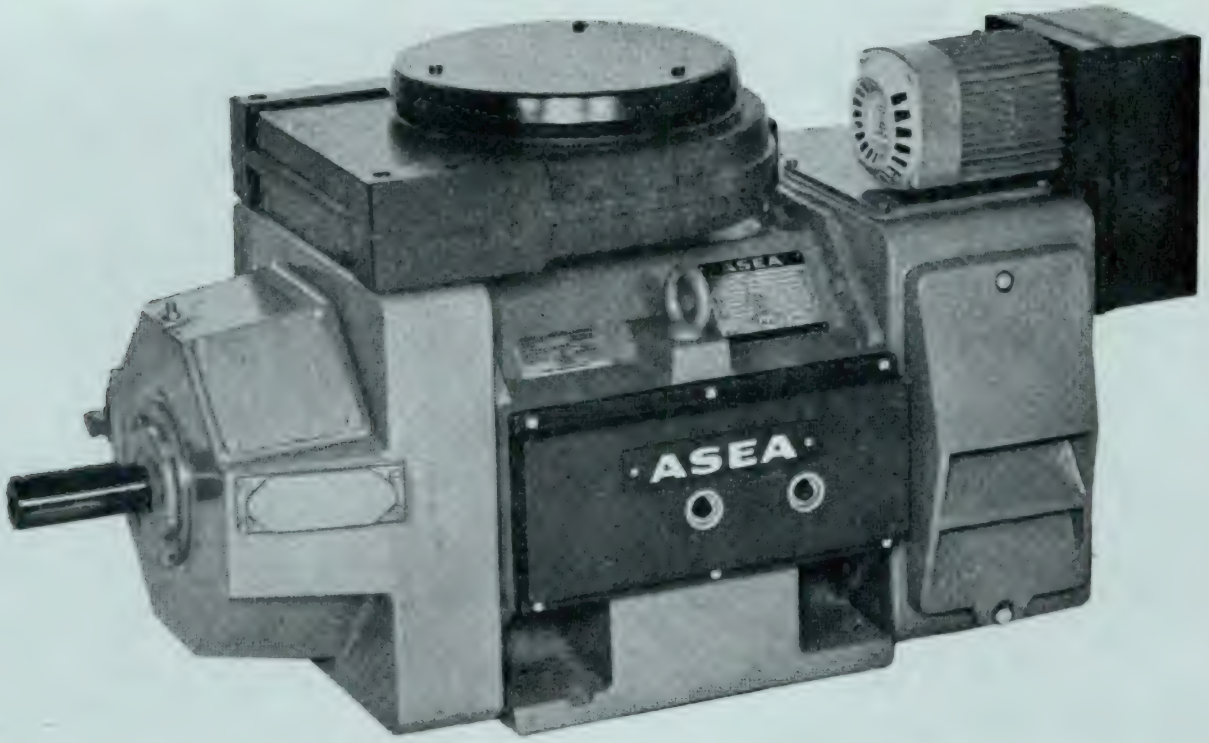
* *Trifásico onda completa*

IOR
international rectifier

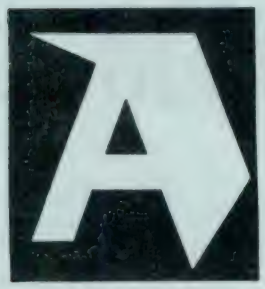
ELECTROTECNICOS REUNIDOS Lda.

Av. duque d'avila, 66-3° telef. 41161/5 LISBOA

Máquinas de impressão planas ou rotativas?



O novo motor de velocidade variável **ASEA** é o accionamento ideal para máquinas de impressão, assim como para outras máquinas no domínio da indústria gráfica.

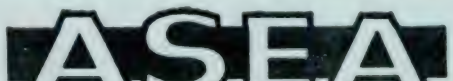


O motor A é um motor trifásico de velocidade variável com características shunt, com regulação contínua da velocidade, o que se consegue pràticamente sem perdas. É normal para potências entre 10 e 75 CV e tem um aspecto agradável.

- ☐ **altura do centro do veio e comprimento do veio baseados nas normas I. E. C. — prontamente permutáveis**
- ☐ **equipamento de regulação de velocidade acoplado**
- ☐ **protecção de sobrecarga acoplada**
- ☐ **velocidade estável apesar das mudanças de carga**
- ☐ **capaz de travagem**
- ☐ **válvula de lubrificação — lubrificação possível mesmo com a máquina a funcionar**

O modelo normal do motor A é munido dum simples dispositivo de arranque e o mecanismo de regulação de velocidade é fácil de instalar. Pode fàcilmente adicionar-se ao motor A um taquímetro, um dispositivo de reajustamento de velocidade e um pre-selector para uma determinada velocidade.

uma força criadora no domínio da electricidade



ELÉCTRICA, LDA.

SEDE EM LISBOA: R. RODRIGUES SAMPAIO, 18, 5.º
FILIAL NO PORTO: RUA DO CAMPO ALEGRE, 144

bas a utilizar ainda que normalmente necessite duma velocidade bastante baixa (500 r.p.m. e menos).

O PVC tem aplicação no campo de isolamento dos fios, na fabricação de artigos para captação de águas, mangueiras para jardins, tubagens e seus acessórios, discos e equipamento para moldes em instalações químicas. Existe no mercado uma variedade especial de PVC (material de revestimento por dispersão) para fabricação do couro artificial, assim como um material de revestimento laminado que tem muitas aplicações incluindo produtos impermeáveis. Misturado com amianto utiliza-se para fazer mosaicos, aos quais uma composição especial pode proporcionar as devidas características de fluência.

Por direito próprio, emprega-se como revestimento inteiriço de pavimentos. Um emprego muito interessante do PVC é a produção de tecidos de couro permeáveis ao ar, formado pela adição de um pó solúvel na mistura antes de laminação. O pó é removido deixando finos poros por onde passa o ar.

Há um princípio ainda mais lógico que se aplica na bombagem do PVC. Devido à sua grande viscosidade (geralmente superior a 250 poise) a sua sensibilidade à desagregação e o alto conteúdo possível de matérias abrasivas, são muito poucas as bombas capazes de o manipular devidamente. As que o conseguem são geralmente bombas de diafragama grandes e dispendiosas. Como este equipamento de bombagem tem que ser construído em aço inoxidável, para combater a corrosão do ácido clorídrico livre, estas grandes bombas de diafragma ficam muito caras. O polimero é muitas vezes neutralizado antes do uso, mas mesmo assim é preferível o aço inoxidável para evitar manchas. Pode-se ter uma unidade muito mais pequena e barata por se conseguirem velocidades de descarga relativamente altas com pequenas bombas.

Cada problema do PVC é estudado individualmente segundo a viscosidade e o processamento mas de um modo geral — comparadas com as bombas do PVA — podem-se oferecer maiores bombas a velocidade mais pequenas, com o fim de aumentar a duração e segurança de funcionamento das partes móveis e de um modo adequado fazer frente às altas viscosidades com que se trabalha. Estas bombas podem ser fornecidas ou com roletes mecânicos pelos quais algumas pessoas têm preferência, ou com empanques, que são de uso mais corrente para a bombagem do PVC e mais fáceis de ajustar, quando se deseja, para limpar a bomba por descarga de água a pressões superiores a 2,1 kg/cm².

Combinando o PVA e o PVC podem obter-se copolímeros cujas características são atribuidas ao componente secundário: juntando PVA ao PVC este fica mais próprio para a laminação já que é mais solúvel. O PVA é uma substância essencialmente «pegajosa» e juntando-lhe PVC torna-se mais suave e mais manejável: por exemplo por laminação pode ser transformado em couro artificial.

Látex

Em relação às emulsões e pastas aguadas e sensíveis à desagregação, talvez seja conveniente juntar uma nota sobre o látex natural e sintético. Estes dois materiais são muito sensíveis a qualquer forma de desagregação. Não estão fortemente estabilizadas pois uma das principais funções é de polimerizarem no momento preciso, depois do qual são virtualmente produtos acabados.

O autor não possui grande experiência deste assunto, à parte as bombagens do látex estirenobutadieno que se emprega como forro para carpetes e alcatifas e que parece ser relativamente estável contendo uma grande preparação de carga. O manejo de certas formas de látex levanta problemas com a maior parte das bombas já que, com muita frequência são materiais supersensíveis a quase todos os movimentos mecânicos. Continuam os aperfeiçoamentos e vem-se fomentando a realização de testes nas fábricas já que há muitas variedades de látex, algumas mais sensíveis que outras e os processos de manipulação diferem muito entre si.

E. H. CURRY

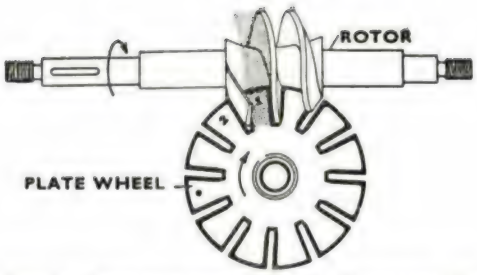
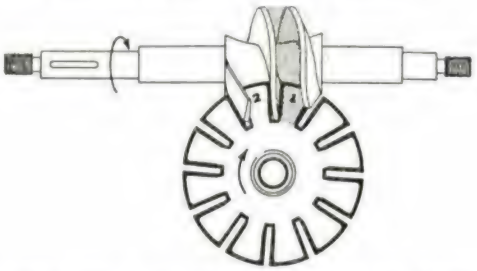
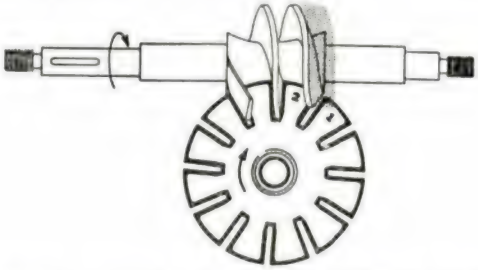


Fig. 2 — Funcionamento da Bomba Goodyear D9

Início do funcionamento: O anel do líquido (parte sombreada) penetra na bomba e é captado pelo parafuso entre o flanco dianteiro do dente 1 e o flanco posterior do dente 2 da roda maciça.



Primeira revolução: Ao girar o rodete, o anel avança pelas espiras do parafuso como uma cinta de líquido aprisionado entre o flanco dianteiro do dente 1 e o flanco posterior do dente 2.



Segunda revolução: A acção de varredura que os dentes da roda exercem sobre o parafuso, impele o anel do líquido e obriga-o a sair da bomba a pressões até 10,5 kg/cm2.

TRIBUNA ELEVADA, EM BRUXELAS

C. D. U. 624 07 [014]

O Royal Sporting Club Anderlechtois (R. S. C. A.), da Bélgica, acaba de aumentar as suas instalações desportivas com uma tribuna de ossatura metálica para 2.300 lugares sentados.

Sob as bancadas existentes foram cravadas estacas sobre as quais assentaram as colunas metálicas que suportam o conjunto da estrutura. Esta foi inteiramente soldada em oficina, tendo as principais uniões, realizadas no local, sido executadas por meio de cavilhas de alta resistência.

Sobre esta estrutura, situada a 10 m do nível do solo, foram dispostos degraus préfabricados em betão armado e vibrado, sobre os quais se fixaram as bancadas.

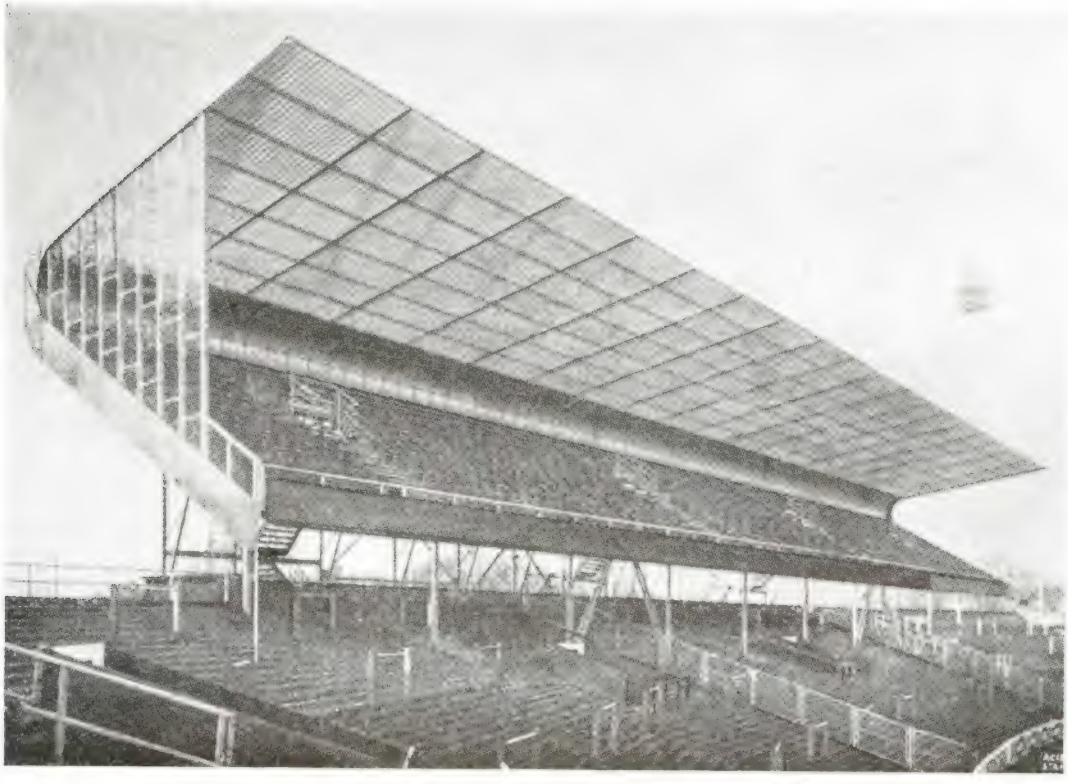
O tecto é composto de vigas em treliça cimbradas (licença Elascon) suportando interiormente os painéis e cobertura do tecto, o que torna a estrutura invisível do interior da tribuna. Esta cobertura é constituída por chapas translúcidas de poliester reforçado; a inclinação do tecto é de 6°.

As paredes laterais são compostas de colunas metálicas espaçadas de cerca de 1 m entre as quais se dispuseram painéis de vidro temperado.

O contorno desta parede é guarnecido de placas de asbesto-cimento esmaltado.

Quatro escadas metálicas permitem o acesso aos diferentes lugares de tribuna. Devido à sobreelevação e à ausência total de colunas na tribuna a totalidade do terreno de futebol é visível de qualquer lugar.

(Trad. e adapt. de Acier-Stahl-Steel, n.º 6, 1966)



Resumos dos artigos publicados na Técnica n.º 359

Ano XLI — Junho 1966

António Quintela C. D. U. 519.272

Aspectos da análise de correlação e de regressão

Técnica No. 359 — XLI — 6. 1966, pág. 481-493

Focam-se aspectos da análise de correlação e de regressão, tratando-se em especial da regressão linear a duas ou mais variáveis. Abordam-se problemas de estimação, de ensaios de significância e de intervalos de confiança.

Ressurreição Neto C. D. U. 624.131.25

Características mecânicas das formações rochosas perante os problemas da engenharia civil

Técnica No. 359 — XLI — 6. 1966 pág. 511-525.

O presente trabalho destina-se exclusivamente a engenheiros civis pouco familiarizados com o problema da determinação experimental das características mecânicas das formações rochosas.
Sem entrar em considerações técnicas de grande pormenor, procura-se evidenciar, e criticar mesmo, os principais aspectos do problema, de forma a que o projectista ao elaborar os seus cálculos, por vezes bastante complicados, possa utilizar os resultados numéricos das características mecânicas dos terrenos rochosos dentro de um critério mais realista, o qual se situa um pouco à margem das puras concepções analíticas.
Alguns resultados experimentais, contidos no texto, além de documentarem e reforçarem as afirmações apresentadas, permitem a exposição de novos pontos de vista e uma melhor apreensão da matéria que se pretende focar.

Ricardo Oliveira C. D. U. 551.351 (469)

Contribuição para o estudo do estuário do Tejo — Sedimentologia

Técnica No. 359 — XLI — 6. 1966, pág. 495-509.

Com base em elementos obtidos de várias fontes, apresentam-se, em primeiro lugar, considerações relativas à distribuição e evolução dos fundos do estuário, à salinidade, ao transporte dos sedimentos e à geologia das formações que marginam o estuário e das que constituem a costa atlântica adjacente.
Em face de todos estes elementos, que permitiram definir as origens dos sedimentos do estuário e da costa atlântica adjacente, apresenta-se uma interpretação relativa à evolução da zona considerada e ao trajecto dos respectivos sedimentos, a partir do início da última glaciação do Pleistocénico.

Synopsis of articles published in «Técnica» nº 359

XLI — June 1966

Ressurreição Neto UDC 624.131.25

Mechanical caracteristics of rock formations in connexion with civil engineering problems

Técnica No. 359 — XLI — 6. 1966 pp. 511-525.

The present paper is exclusively addressed to civil engineers unfamiliar with the problems of the experimental determination of the mechanical features of rock formations.
Avoiding very detailed technicalities, the author tries to stress and even to criticize the major aspects of the problem, so as to enable designer to replace for analytical computations sometimes very complicated the numerical values of the mechanical characteristics of rock masses used in a realistic way rather removed from pure analytical concepts.
Some experimental results are presented which, in addition to illustrating and strengthening the statments presented, anable new points of view to be explained and makes it easier for the reader to understand the opinions advenced.

António Quintela UDC 519.272

Correlation and regression analysis aspects

Técnica No. 359 — XLI — 6. 1966 pp. 421-493.

Aspects of correlation and regression analysis are dealt with, particularly those of linear regression involving two or more variables. The paper covers problems of estimation, significance tests and confidence limits.

Ricardo de Oliveira UDC 551.351 (469)

Técnica No. 359 — XLI — 6. 1966 pp. 495-509.

Contribution to the study of the Tagus estuary — Sedimentology

From data obtained from different sources, the author discusses, first, the distribution of and the changes in the river bet sediments, the salinity, the transport of sediments, as well as the geologic characteristics of the formation bordering the estuary and the adjcining Atlantic coast.
The author briefly describes the applied methods (heavy minerals, carbonat content and grain-sise analyses) and discusses the accuracy of the heavy fraction analysis.
From all these data, which made possible the determination of the provenance of the sediments of he estnary and the adioining Atlantic coast, the author presents an interpretation of the evolution of the area in study and of the movement of the sediments after the earl period of the last Pleistocene glaciation.

BIBLIOTECA
FICHEIRO

Classificadores responsáveis:

Coias e Silva, Francisco Deslandes, João Caraça, Pinto Ferreira

---

Recortar as indicações bibliográficas que formam uma ficha e estão encimadas por CDU (Classificação Decimal Universal).

Colar cada referência num pequeno rectângulo de cartolina de 75 × 125 mm.

Ordenar pelos índices decimais, *começando da esquerda para a direita,* independentemente do número de algarismos que o índice contiver, e respeitando a seguinte regra de arrumação dos sinais auxiliares:

+ / n.os simples : [ ] = (01/09) (1/9) (=) " "A/Z — .0 .00

Consultar, em casos duvidosos, a exemplificação inserida na «Técnica» n.º 218 e seguintes, ou recorrer à Biblioteca da A. E. I. S. T.

Notar que a inserção das fichas nesta publicação respeita a ordem correcta, no intuito de a esclarecer o mais possível.

A comodidade de possuir no próprio local de trabalho um arquivo ordenado e de fácil consulta sobre assuntos que se sabe onde existem, é uma das evidentes vantagens de um ficheiro classificado segundo a CDU.

Os assuntos de que estas fichas são referência ficam patentes à consulta a partir desta data.

ARTIGOS DE REVISTAS

C. D. U. 532.527

Enquête sur la formation de vortex et autres anomalies d'écoulement dans une enceinte avec ou sans surface libre — *J. P. Berge.*

La Houille Blanche, 1966, 21.º Ano, 1/66, pág. 13 a 40

A falta de uma teoria precisa que permita determinar de antemão os riscos de aparição do vórtice faz-se notar claramente cada vez que um projecto de instalação particular parece apresentar riscos de anomalias no escoamento. Esta ausência de teoria geral deve-se ao facto de as condições de aparição do vórtice dependerem não só das condições hidráulicas do escoamento, como também da geometria das obras de condução.

Reune-se neste trabalho a experiência adquirida por diferentes construtores e laboratórios. Além do estudo das condições de aparição do vórtice e dos dispositivos que permitiram a sua supressão em casos particulares característicos, consideram-se amplamente as condições de semelhança a respeitar nos estudos do vórtice em modelo reduzido. As experiências reunidas nesta investigação devem ser directamente utilizáveis evitando vacilações na busca de uma solução que, finalmente, poderia não resultar completamente satisfatória.

C. D. U. 532.55 : 532.542

Difficultés du calcul des pertes de charge linéaires dans les conduites forcées — *L. Levin.*

La Houille Blanche, 1-666, 21.º Ano, n.º 41 a 54

Depois de recordar o essencial das teorias, agora clássicas, de Prandtl-von Karman, acêrca das perdas de carga lineares em condutas forçadas, o autor evoca a história do desenvolvimento anterior da experiência e da teoria sobre o tema e põe em relevo numerosos, pontos de desacordo com as formulas logarítmicas.

Conclui a necessidade de se elaborar uma nova teoria que esteja mais de acordo com a experiência.

A rugosidade da superfície interna das condutas, factor essencial para a determinação da perda da carga depende estritamente de idade da conduta. O autor examina todos os parâmetros físico químicos do liquido. Trata finalmente a influência da cintagem na perda de carga, problema mencionado apenas num artigo do Boletim Técnico da Sociedade Sulzer.

O autor demonstra a inexistência desta influencia.

C. D. U. 532.59 : 627.2

Le début d'entrainement des sédiments sous l'action de la houle — *R. Bonnefille* e *L. Pernecker.*

Buletim do C.R.E.C., 3-966, n.º 15, pág. 28 a 32.

Combinam-se num só gráfico adimensional os pontos experimentais obtidos por diversos autores e relativos ao estudo do início do arrastamento dos sedimentos pelas ondas.

Propõem-se uma lei de começo de arrastamento e um ábaco de aplicação prática.

C. D. U. 534.86

Some recent advances in electroacoustics — *Meyer, Ernlin.*

Electronics & Power, 3-966, vol. 12, pág. 66-69.

O autor recorda que não se desenvolveram fundamentalmente novos métodos (desde 1937), mas des-

SOCIEDADE DE CONSTRUÇÕES AMADEU GAUDÊNCIO LIMITADA

Escritório e Oficinas
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A
LISBOA

ARQUITECTURA E ENGENHARIA

R. DR. ALEXANDRE BRAGA, 4-A

TELEFONES:
P.P.C.A. 43191 - 43192 - 43193

END. TELEGRÁFICO:
«CONSTRUÇÃO»

•

CONSTRUÇÕES CIVIS

•

BETÃO ARMADO
E PRE-ESFORÇADO

•

CARPINTARIA
MECÂNICA

•

TRABALHOS
DE PINTURA
E ESTUQUES

•

DEPÓSITO DE MATERIAIS:
ESTRADA DE MOSCAVIDE, 17-19
Telefone 38 90 72
LISBOA

Apresentamos a primeira rotring 0,1

conforme
NP 62 e DIN 15
em canetas
de ponta tubular
para tinta da china

O que era impossível até agora — nós conseguimo-lo!
Com a nova ponteira rotring 0,1 mm, oferecemos-lhe o traço mais fino que se consegue em canetas para tinta da china.

Assim, V. pode obter agora no sistema de desenho Variant e Rapidograph todas as larguras de traço da norma DIN 15 bem como a grande maioria das larguras da norma NP 62.
Tal como com as ponteiras de 0,2 a 1,2 mm, desenhe agora também de maneira limpa, leve e rápida com a largura precisa de 0,1 mm

rotring
RAPIDOGRAPH
CANETAS DE TINTA DA CHINA

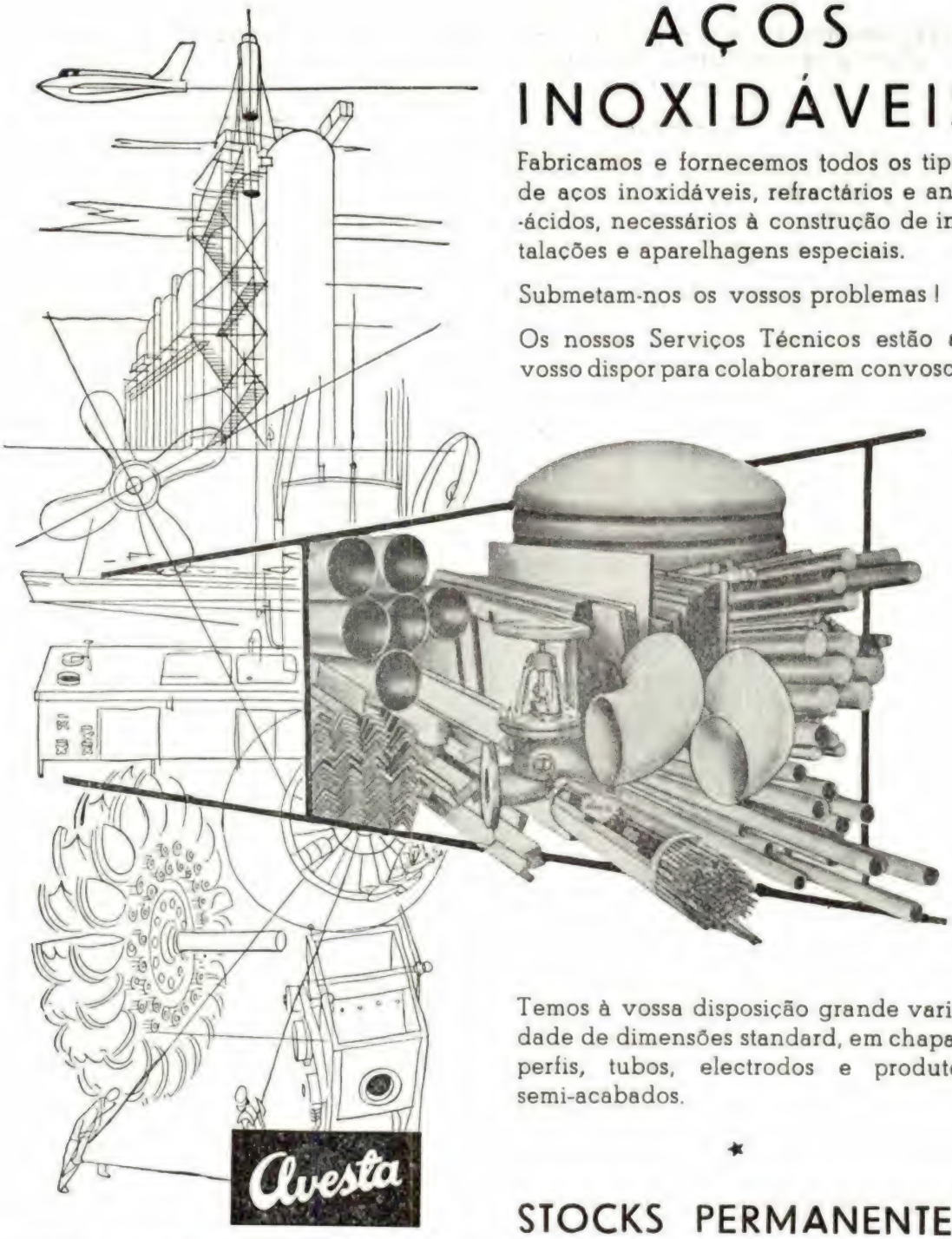
à venda no comércio da especialidade
Representante — ARTUR WESTHEIMER, LDA. - LISBOA

AÇOS INOXIDÁVEIS

Fabricamos e fornecemos todos os tipos de aços inoxidáveis, refractários e anti-ácidos, necessários à construção de instalações e aparelhagens especiais.

Submetam-nos os vossos problemas!

Os nossos Serviços Técnicos estão ao vosso dispor para colaborarem convosco.



Temos à vossa disposição grande variedade de dimensões standard, em chapas, perfis, tubos, electrodos e produtos semi-acabados.

★

STOCKS PERMANENTES

AVESTA JERNVERKS AKTIEBOLAG
AVESTA — SUÉCIA

Representantes Exclusivos para Portugal e Ultramar:

A. JOHNSON & Co (PORTUGAL), L.DA

SEDE EM LISBOA:
Praça José Fontana, 11-1.º
Telef. 537015-537016-537017-537018

FILIAL NO PORTO:
R. Dr. António Granjo, 160/168
Telef. 54666

creve algumas experiência e recentes progressos a que está associado, efectuados na Universidade de Göttingen.

C. D. U. 535.343.2 : 546.74

Spectre d'absortion K du nickel en fonction de l'etat physique — *J. Favrot.*

Revue du Nikel, 1966, n.º 1, pág. 141-142.

Para por em destaque as estruturas de observação quando se usa um espectógrafo tipo Caudois, foi preparado um dispositivo esperimental. O estudo incidiu sobretudo na estrutura principal de descontimidade K do Niquel usando amostras de niquel puro ou de liga Cu-Ni a 5 % de Niquel. Dá-se conta neste artigo dos resultados obtidos e de sugestões para um estudo mais rigoroso.

C. D. U. 537.5 : 628.9.02

Mechanism of the lightning flash — *Mason, B. J.*

Electronics & Power, 5-966, vol. 12, pág. 147-151.

Foi demonstrado por Benjamim Franklin já há mais de 200 anos que as núvens estavam carregadas eléctricamente, mas os mecanismos pelos qnais as cargas são geradas, repartidas e distribuidas nos raios, são ainda causa de muitas opiniões controversas.

Têm sido obtidas muitas informações detalhadas, relativas à estrutura e ao comportamento das trovadas graças ao emprego de aviões, balões e de radares.

C. D. U. 538.56

Holography-th reconstruction of wavefronts — *Gabor, Dennis.*

Electronics & Power, 7-966, vol. 12, pág. 230-234.

São descritos neste artigo, feito por um pioneiro da Holografia, os princípios e o desenvolvimento desse novo ramo do conhecimento.

C. D. U. 538.65

Principles and applications of magnetostriction — *Alexander, W.*

Electronics & Power, 6-966, vol. 12, pág. 186-191.

Apesar de o fenómeno da magnetostrição ser conhecido sob uma ou outra forma há muito tempo, só atingiu importância teórica recentemente, devido á sua ligação íntima com a teoria magnética, e a algumas aplicações práticas, como linhas de atraso e soldadura enre outras descritas no artigo.

C. D. U. 539.124 : 541.43

Formation et réactions du positonium — *J. H. Green.*

Endeavour, 1-966, vol. 25, n.º 94, pág. 16-20.

Há cerca de 14 anos provou-se que existe uma combinação bastante estável entre um positirão e um electrão, chamado «positonium». Trabalhos mais recentes mostraram que esta espécie é susceptível de participar em diversas reacções de sólidos líquidos ou gases. Este artigo estuda a formação do desta partícula e a natureza das suas reacções.

C. D. U. 539.4.014 : 624,01

La réalisation des matériaux à haute résistance mécanique — *A. H. Cottrell e A. Kelly.*

Endeavour, 1-966, vol. 25, n.º 94, pág. 27-32.

Nas aplicações técnicas em que intervêm forças mecânicas importantes, o material ideal não devia apresentar qualquer deformação plàstica ou fragilidade à ruptura. Infelizmente nenhum material pode resistir a um e outro deste tipo de deformação. Este artigo mostra como podem ser aplicados os conhecimentos actuais relativos aos processos de deformação na elaboração dum material onde elementos fibrosos são dispersos numa matriz.

C. D. U. 546.7 : 546.26.16

Dé rivés fluorocarbonés des métaux de transition — *F. G. A. Stone.*

Endeavour, 1-966, vol. 25 n.º 94, pág. 33-38.

Conhecem-se desde há algum tempo compostos orgânicos em que os átomos de hidrogénio foram substituídos por Fluor, sendo estes compostos de grande importância comercial. O presente artigo indica como se podem combinar com os metais de transição e em que medida os novos compostos resultantes permitiram melhor compreender a natureza das ligações químicas entre o carbono e os metais.

C. D. U. 532.132 : 530.145 : 546.291-14

Efeets quantiques macroscopiques dans l'helium liquide — *W. F. Vinen.*

Endeavour, 1-966, vol. 25, n.º 94, pág. 3-7.

Os quanta de energia são tão pequenos e os níveis de energia admissíveis tão numerosos que as experiências macroscópicas não mostram geralmente qualquer efeito que necessite de mecânica quântica para a sua explicação. Este artigo mostra que há condições nas quais se pode esperar que uma parte importante de todos os átomos duma quantidade macroscópica do liquído esteja no mesmo estado quântico.

C. D. U. 546.74 : 620.179.14

Experience de résonance magnetique nucléaire sur le nickel métallique — *J. Herve* e *B. Mencier.*

Revue du Nickel, 1-3-965, vol. 1965, n.º 1, pág. 21-24.

Começa-se por definir a ressonância magnética nuclear do níquel devido ao momento magnético do isotopo de Ni^{61}.

A preferência desta ressonância varia com a temperatura e com um campo magnético exterior. Explica-se em que consistem estas influências e conclui-se da utilidade do emprego do estudo de ressonância magnética, no caso do níquel na definição de certas propriedades ferromagnéticas.

a técnica moderna emprega

BETÕES REFRACTÁRIOS

à base dos cimentos

FONDU LAFARGE

e

SECAR 250

porque são

práticos
eficientes
económicos

REFRACTÁRIOS ATÉ 1800° C
REFRACTÁRIOS ISOLANTES ATÉ 1700° C

Os nossos serviços técnicos, especializados, estão à vossa inteira disposição para estudar, sem qualquer encargo da vossa parte, a adaptação dos BETÕES REFRACTÁRIOS a todos os vossos problemas

AGUIAR & MELLO, L.DA

P. do Município, 13-1.º — LISBOA — Tel. 32 11 51/2

C. D. U. 547.546 : 541.133.1

Cinética da condutibilidade iónica no nitrobenzeno — *F. Barreira.*

Revista da Faculdade de Ciências-Adenda, 1963-65, 2.ª série.

Revêem-se em forma crítica, os modelos que tem sido apresentados para descrever a condutibilidade equivalente limite odoptando-se o modelo derivado da Teoria Cinética. A parte experimental corresponde à determinação dos coeficientes de temperatura e pressão da condutibilidade equivalente de solução de sais de tetrealquilamónio em nitrobenzeno. Com estes coeficientes calculam-se vários parâmetros termodinâmicos que se comparam com a Teoria.

C. D. U. 621.313.048.1 : 678.046.36-494

Isolation Micapact — *Andersson, A. R.* e *Helén, C.*

Asea-Revue 37 (1965) : 5-6, pág. 91-98.

C. D. U. 621.313.322-82

ASEA generator deliveries fer Snowy Mountains — *Strömberg, T.*

Asea Journal 38 (1965) : 9, pág. 131-139.

C. D. U. 621.313.32.048.1-181.2 : 678.046.36-494

Le Micapact dans les grandes machines syncrones — *Tengstrand, C.*

Asea-Revue 37 (1965) : 5-6, pàg. 98-103.

C. D. U. 621.315.211 : 621.315.616.9

New cable termination for plastic-insulated cables — *Virsberg, L.-G.* e *Laurell, L.-G.*

Asea Journal 38 (1965) : 8, pág. 118-120.

C. D. U. 621.316.52.027.3

Some recent developments in high-voltage switchgear — *Garrard, C. J.*

Electronics & Power, 6-966, vol. 12, pág. 194-198.

À medida que a energia eléctrica é transmitida a tensões mais elevadas, as exigências dos técnicos sobre a qualidade dos disjuntores vão sendo cada vez maiores.

C. D. U. 621.365.5.036.53

Lining practice for large induction furnaces — *Rydinger, M.*

Asea Journal 38 (1965) : 8, pág. 111-117.

C. D. U. 621.38.011.1.062

Electronic-circuit connections. Parte 1 — Soldering, wrapping and welding — *Dummer, G. W.*

Electronics & Power, 6-966, vol. 12, pág. 202-206.

O autor descreve os vários tipos de ligação dos circuitos electrónicos e os métodos a usar para realizar essas ligações.

C. D. U. 621.38.011.1.062

Electronic-circuit connections. Part. 2 — Plugs and sockets and permanente joints — *Dummer, J. W.*

Electronics & Power, 7-966, vol. 12, pág. 257-260.

O autor descreve os vários tipos de ligação dos circuitos electrónicos e os métodos a usar para realizar essas ligações.

C. D. U. 621.396.677.83-83-531.4

Antenna drive system for radio telescope on Raö — *Török, V.*

Asea Journal 38 (1965) : 10-12, pág. 155-157.

C. D. U. 621-592.35

Magnetic disc brakes for 0.2-90 kgm — *Hammar, L.*

Asea Journal 38 (1965) : 9, pág. 140-144.

C. D. U. 624.073 : 539.4

Contraintes et déflexions dans les dalles circulaires appuyées entre le centre et la périphérie — *S. Sergev* e *M. H. Kashanisabet.*

Beton Armé, 45-66, 8.º Ano, n.º 66, pág. 5-21.

C. D. U. 66.067:541.183.001.4

Etude expérimentale de l'absorption sur tamis moléculaire en phase liquide — *A. Laurent* e *L. Bonnetain.*

Industrie Chimie Belge, 5-966, T. 31, n.º 5, pág. 461-468

Estuda-se a adsorpção de moléculas orgânicas aliftáicas em solução por crivos moleculares sintéticos LINDE tipo SA. Verifica-se se a eficácia duma coluna de crivos moleculares no leito fixo pode ser prevista a partir de isotérmicas e de cinéticas de adsorpção determinadas em experiências estáticas em vaso fechado. Discutem-se as influências ralativas de difusão externa em solução e de difusão interna no circuito zeolítico.

C. D. U. 66[illegible].5.001.5

La recherche scientifique dans l'industrie pétrolière. Sa situation et ses perspectives — *G. Souillard.*

Industrie Chimie Belge, 5-966, T. 1, n.º 5, pág. 443-452.

A importância da pesquisa científica na indústria petrolífera varia de sociedade para sociedade e de país para país. É evidente que o esforço dos Estados Unidos neste campo é superior ao feito nos outros países. No que diz respeito à Europa, a parte com que a Bélgica contribui é diminuta, mas o desenvolvimento petrolífero e petroquímico da região de Antuérpia deixa prever que o esforco de pesquisa vai ser aumentado.

C. D. U. 665.54.«312».«313»

Aardolie raffineren : Nu en in de Toekomst — *Tritsmans*

Industrie Chimie Belge, 5-966, T. 31, n.º 5, pág 453-460

Descreve sumàriamente os principais processos que normalmente se aplicam numa refinaria da Europa Ocidental (destilação, cracking, polimerização, acilação, desulfuração). Examinam-se também a influência do petróleo bruto, dos produtos e do controle automático de produção no futuro das refinarias.

gusas
hematíticas
fosforosas
especiais
70000 t. fornecidas à
indústria nacional
CP
FE
COMPANHIA PORTUGUESA DE FORNOS ELÉCTRICOS
Capital 60 MIL CONTOS
S A R L
Largo de S. Carlos, 4 Lisboa · 2

C. D. U. 666.81 : 549.766.21

Estudio critico del yeso semihidratado — *J. M. F. Páris* e *F. C. Lopez.*

Ion, 5/1964, vol. 24, n.º 274, pág. 255-261.

Os autores apresentam as principais características do mineral gesso e das respectivas variedades. É de grande importância industrial o comportámento do gesso por acção do calor, pois consoante a temperatura assim se obtém distintas variedades. Duas destas são o gesso semihidratado β e o gesso semihidratado α a cuja preparação industrial os autores se referem, indicando o grau de trituração a empregar na fabricação de cada um desses tipo de gesso. Finalmente os autores debruçam-se sobre a influência da estrutura cristalina do gesso semihidratado nas suas propriedades tecnológicas.

C. D. U. 668.5

«Qu'est-ce qu'une huile essentielle?» — *Y. R, Naves, Dr. Sc.*

Industria Chimique Belge, 23-5-964, vol. 29, n.º 11, pág. 1165.

De um óleo essencial deve conhecer-se simultâneamente a matéria vegetal que o origina, o seu modo de elaboração, a sua composição química e as suas aplicações. Este conhecimento está cheio de dificuldades; na maior parte dos casos está não só incompleto, mas também errado, devido a estas dificuldades e sobretudo ao seu desconhecimento. No entanto, dispomos de meios de estudo cada vez mais perfeitos e penetrantes.

Por outro lado, não devemos esquecer que a demarcação entre os óleos essenciais e os outros constituintes vegetais, é de ordem física e não de ordem biológica.

C. D. U. 669.15.24

La fonte GS Ni-Resist type D-2M pour les basses températures.

Revue du Nickel, 1966, n.º 1, pág. 128-140.

Trata-se duma nova liga austenítica de fundição que permite a realização de peças oplicáveis em criogenia até à temperatura do azoto líquido e que satisfaz à necessidade duma liga ferrosa de alto teor de carbono e que seja de custo moderado. Esta liga apresenta excelentes qualidades de tenacidade e ductilidade até cerca de 196°C, mantendo-se satisfatória para a maior parte da aplicação até − 250°C. O artigo apresenta algumas características desta nova liga tais como características de tracção e de dilatação e propriedades magnéticas, etc.

C. D. U. 669.15.24.004.12

Propriétés du nickel moulé — *R. Poirot.*

Revue du Nickel, vol. 1965. n.º 2, pág. 43/45.

Na fabricação de aparelhos donde deve ser mantida a puresa dos produtos alimentares, farmaceuticos e quimico-industriais, a utilização do Niquel vazado é particularmente recomendada, pois em geral é resistente e tenaz.

Resiste à corrossão duma grande soma de produtos quimicos em particular de produtos caústicos, tendo o seu emprego igualmente interesse nas industrias de transformação onde são necessários bons teores em Ferro ou Cobre.

Por outro lado conserva boas propriedades ao calor e tem uma boa condutibilidade termica.

C. D. U. 669.15.24-194.004.14

Utilisation de l'acier a 9 % de nickel dans la construction d'un reservoir de stockrage de méthane liquide a arzew — *H. Herbiet.*

Revue du Nickel, 1-3-965, n.º 1, pág. 17-20

C. D. U. 669.15.24-194 : 681.11

Application des aciers su nickel à haute resistance dans l'industrie horlogère et la mecanique de précision — *M. Massin.*

Revue du Nickel, 1966, n.º 1, pág. 123/128

Devido às características especiais da industria de relojoaria e de mecânica de precisão, os materiais aí usados necessitam de propriedades mecânicas muito elevadas. Este artigo descreve algumas propriedades metalúrgicas dos aços usados nessas industrias.

C. D. U. 691 327 : 69

Colóquio sobre a «produção de betão para as construções urbanas» organizadas pela ordem dos engenheiros — *Luis Moreira Lobo.*

Binário, 4-966, n.º 91, pág. 188/190

C. D. U. 691-422 : 624.131 [89.04]

Étude théorique et expérimentale de la stabilité des tuyaux et buses cylindriques placés dans les remblais — *P. Habib* e *Luong Minh Phong.*

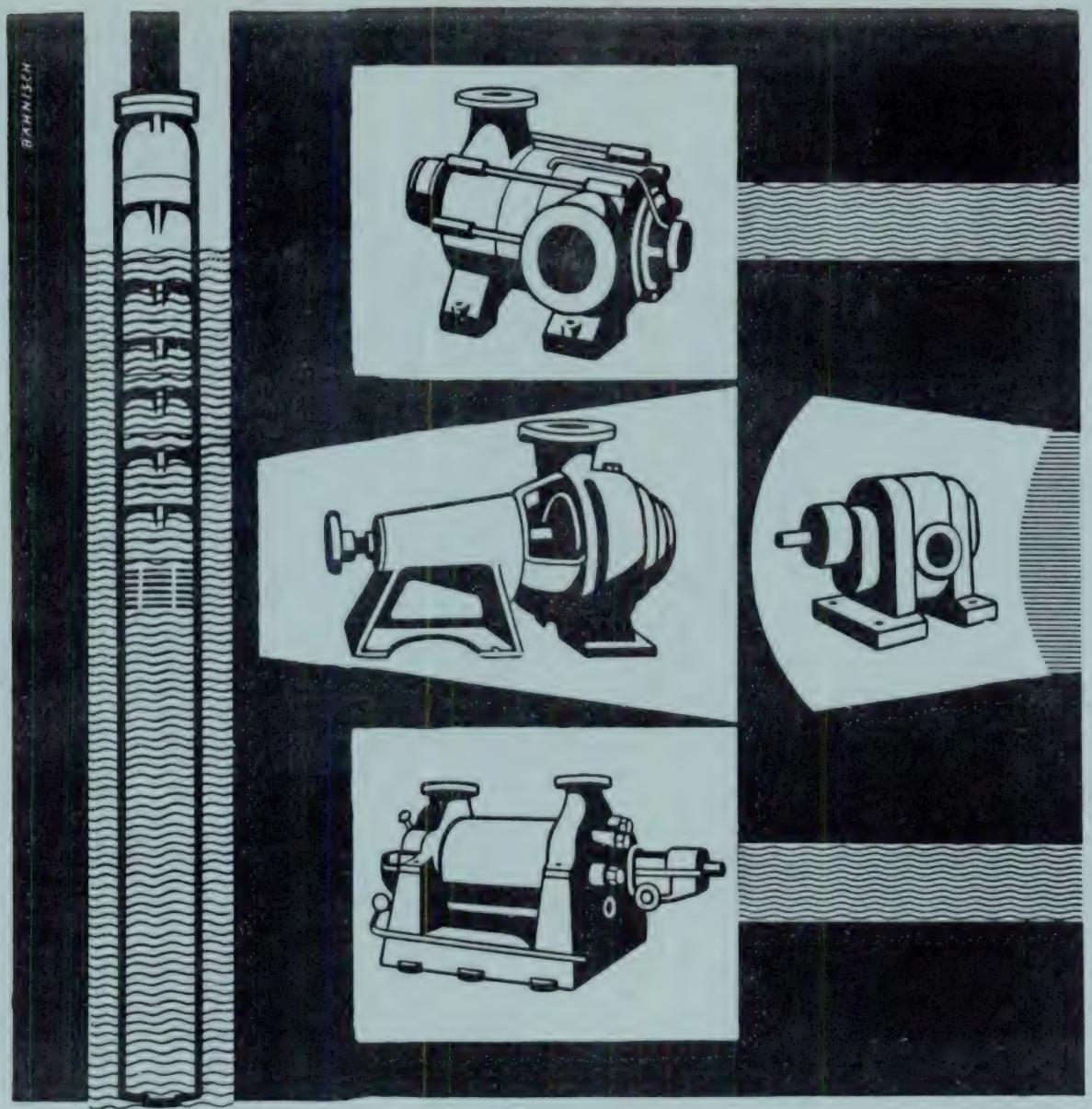
Annales I.T.B.T.P., 2-966, 19.º Ano, n.º 218 pág. 221-238.

O comportamento geral de um tubo flexível enterrado põe um problema complexo e difícil de resolver, apesar de existir actualmente um grande número de obras deste tipo.

O estudo detalhado das observações reais e dos modelos reduzidos de tubos enterrados e carregados até à sua ruína, mostra que a ruptura pode ser devida a um fenómeno de flambagem que é estudado neste artigo.

A teoria linearizada das equações de equilíbrio permite obter uma interpretação simples e fàcilmente aplicável na prática. As diferentes hipóteses e aproximações foram examinadas e avaliadas, para permitir uma compreensão clara na comparação dos resultados técnicos e experimentais.

Um cálculo mais geral permite estudar qualitativamente a influência dos fenòmenos viscoeléctricos, e uma ampliação de maior alcance da teoria resolve o caso de um revestimento de forma indeterminada, submetido a uma distribuição abitrária de cargas.



EKM

Bombas para todos os fins

Bombas e acessórios de bombas, das menores às maiores capacidades, para extracção de líquidos puros, contaminados, agressivos, viscosos, quentes ou frios, destinados a rega, drenagem, irrigação, para a agricultura, indústria mineira, construção naval, indústria química e outras indústrias, abastecimento de água para fins domésticos e muitas outras finalidades.

Dão-se informações:

TECHNOCOMMERZ GmbH

108, Berlim, Taubenstrasse 4-6

REPUBLICA DEMOCRÁTICA ALEMÃ

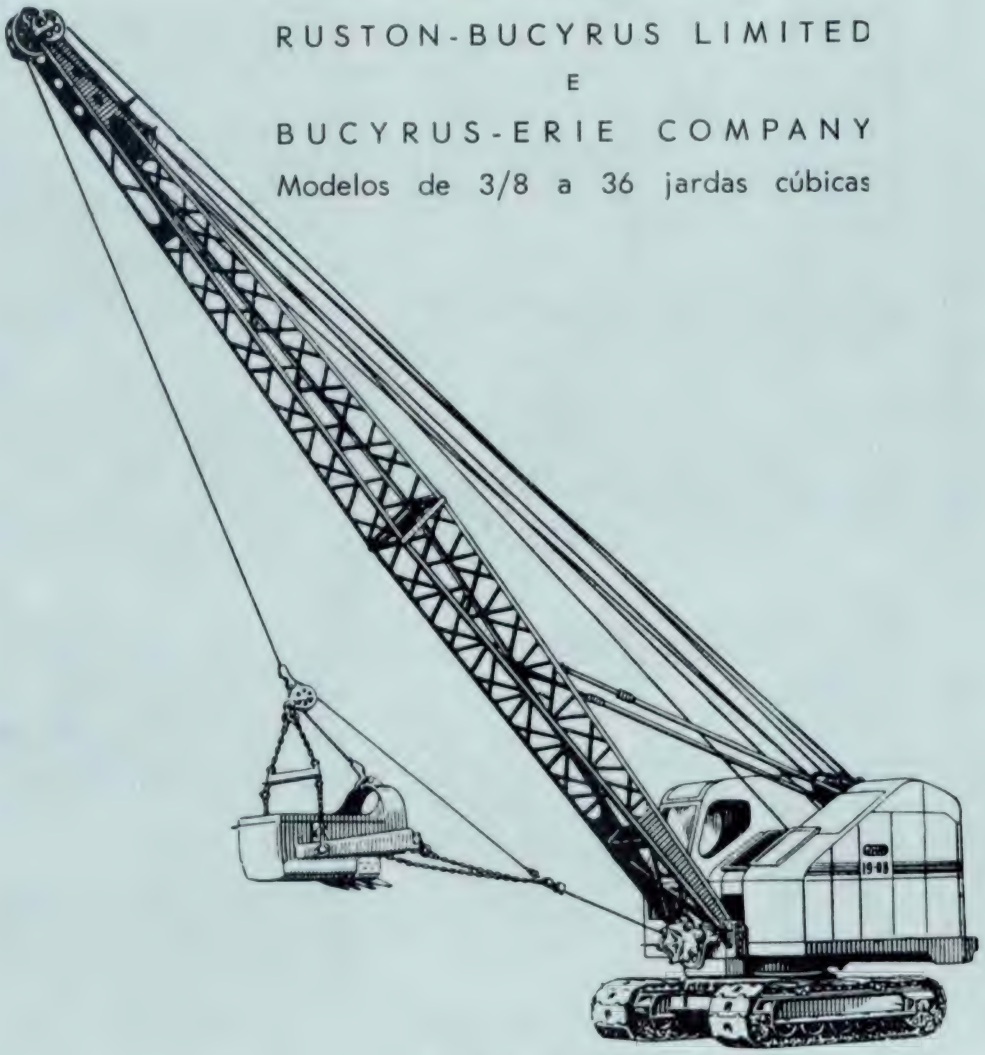
ESCAVADORAS

RUSTON-BUCYRUS LIMITED

E

BUCYRUS-ERIE COMPANY

Modelos de 3/8 a 36 jardas cúbicas



Escavadoras modelo 19 RB,

As escavadoras RUSTON-BUCYRUS e BUCYRUS-ERIE são as mais conhecidas mundialmente e as mais utilizadas em todo o território português

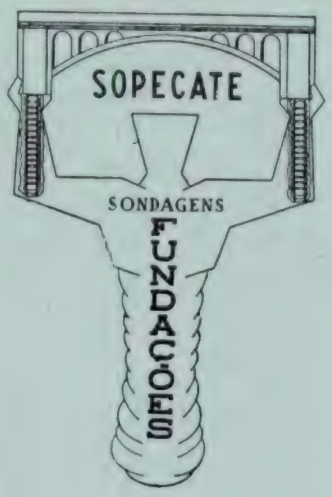
Stock permanente de peças sobresselentes ★ Oficina de reparações
Técnicos e mecânicos especializados ★ Ensino e treino de operadores

Representantes exclusivos para Portugal Continental e Angola

MONTEIRO GOMES, LIMITADA

RUA CASCAIS, 47 (ALCÂNTARA) ★ **LISBOA**

LISBOA LUANDA



SOPECATE

SONDAGENS
FUNDAÇÕES

Escritório — R. DO ARSENAL, 146, 2.º Esq., Dt.º e Fr.te
Estaleiro e Oficina — RUA PEREIRA HENRIQUES, 58

TELEFONES
SERVIÇOS ADMINISTRATIVOS 34010
SERVIÇOS TÉCNICOS 320208
ESTALEIRO E OFICINAS 381238

LISBOA

SONDAGENS RÓDIO, L.DA
LISBOA
RUA DE S. BENTO, 644-3.º
Telefones: 68 80 96/7/8 ✦ Telegramas: SETANSOL

RODIO

SONDAGENS GEOLÓGICAS
ESTUDOS GEOTÉCNICOS
ESTACAS GUNITA
CAPTAÇÃO DE ÁGUAS
CONGELAÇÃO DO TERRENO
IMPERMEABILIZAÇÃO DE OBRAS HIDRÁULICAS
CONSOLIDAÇÃO DE FUNDAÇÕES
ABAIXAMENTO DO LENÇOL DE ÁGUA

—//—

Engenheiro Consultor: **Walter Weyermann**

SOCIEDADE INDUSTRIAL METALURGICA

Responsabilidade Limitada
(REGISTADO)

■ ■ ■

SERRALHARIAS,
CALDEIRARIA,
FERRARIA,
FUNDIÇÕES

■ ■ ■

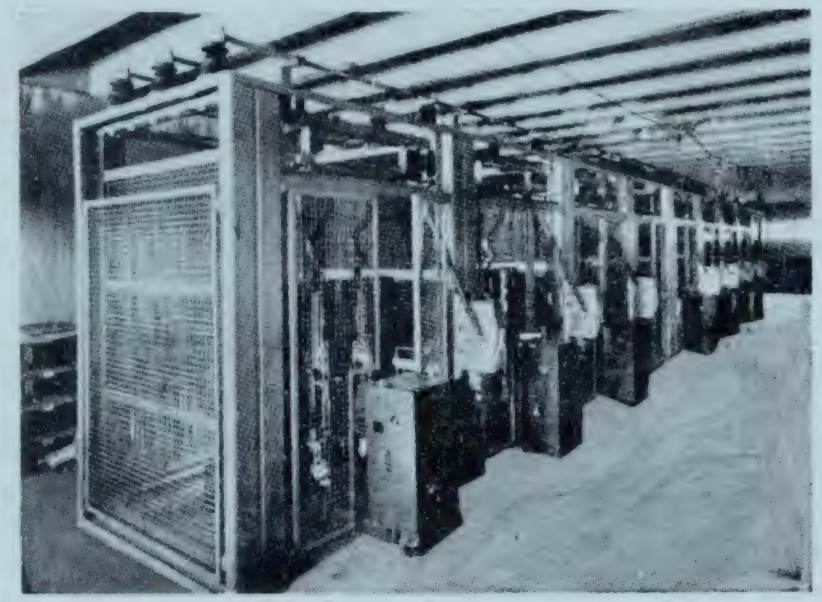
ESCRITÓRIO
Rua de S. Tiago, 13
LISBOA
Telefone 86 19 72

ISOLUX L.DA

ESTUDOS E INSTALAÇÕES ELÉCTRICAS

Porto
R. de Sá da Bandeira, 651 - 4º
Tel. 27013

Lisboa
L. Campo Pequeno, 21 - 4º Esq.
Tel. 760964



CELAS ABERTAS DE ALTA TENSÃO

Projectos e instalações eléctricas de:

Centrais

Subestações

Postos de Transformação

Fábricas

Edifícios públicos

Blocos residenciais

ao serviço da energia

TUDOR

Oficina e Laboratórios do

INSTITUTO SUPERIOR TÉCNICO

As oficinas pedagógicas do Instituto Superior Técnico, de CARPINTARIA DE MOLDES, de INSTRUMENTOS DE PRECISÃO de ELECTROTECNICA, fornecem todo o género de material escolar de demonstração para o ensino técnico. Nos laboratórios de QUÍMICA-ANALÍTICA, FÍSICA INDUSTRIAL E DE MINERALOGIA executam-se análises para o público.

Para quaisquer informações, dirigir-se ao secretário da comissão executiva

LISTA CLASSIFICADA DE ANÚNCIOS

Neste número continua a «Técnica» a sua secção de publicidade — a *lista classificada de anúncios* — destinada a facilitar a procura por parte dos clientes.

Estas páginas amarelas ficam abertas aos nossos leitores, que nelas podem anunciar a sua firma e endereço, ao preço de 50$00 por número. Quanto aos nossos anunciantes, é com muito gosto que lhes concedemos grátis a inscrição na lista.

CONSTRUÇÃO CIVIL

CONSTRUTORES CIVIS

— **Construções Técnicas, Lda.**
P. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Soc. Const. Amadeu Gaudencio, Ld.ª**
R. Dr. Alexandre Braga, 4-A — Lisboa
Telef. 4 31 91 — 92 — 93.

— **Soc. de Pré-Fabricação e Obras Gerais Novobra**
Av. Estados Unidos da América, 100-5.º D — Telef. 77 48 32 / 76 64 46 — Lisboa 5

ESCAVADORAS

— **Guedes & Almeida**
R. de S. Nicolau, 71-4.º — Tel. 2 50 80 — Lisboa.

— **S. T. E. T. — Soc. Técnica de Equipamentos e Tractores, Ld.ª**
Prior Velho — Sacavém — Tel. 2 51 00 01/4.

— **Monteiro Gomes, Ld.ª**
Rua Cascais, 47 (Alcântara).

FUNDAÇÕES

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Pr. da Figueira, 18, 3.º — Lisboa — Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcantara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 32 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12.

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 62 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio**
Rua de S. Bento, 644-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 146, 2. — Lisboa.

IMPERMEABILIZAÇÃO

— **Empresa de Produtos Asfálticos**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56.

INSTRUMENTOS DE PRECISÃO

— **Wild Portugal, Ld.ª**
Praça das Águas Livres, 8, s/l 6 — Lisboa 2 — Tel. 68 11 27.

ISOLAMENTO TÉRMICO E ACÚSTICO

— **ISOLA**
Av. António Augusto de Aguiar, 17, 2.º e 3.º esq.
Tel. — Lisboa.

— **SETH, Ld.ª**
R. Filipe Folque, 10-1.º — Lisboa — Tel. 73 01 56

MOBILIÁRIO

— **Fábrica Portugal**
R. Febo Moniz

SONDAGENS

— **Construções Técnicas, Lda.**
Pr. do Município, 13-3.º — Tel. 36 65 06

— **Empresa de Sondagens e Fundações Teixeira Duarte, Ld.ª**
Praça da Figueira, 18- 3.º D. - Lisboa
Tel. 36 27 95.

— **Empresa Ultramarina de Sondagens e Fundações**
R. S. Pedro de Alcântara, 1 — Tel. 32 46 93 e 21 13 56 — Lisboa — Luanda — Lourenço Marques — Beira.

— **Fundações Franki**
R. Braamcamp, 13-3.º — Lisboa — Tel. 73 41 12

— **Johann Keller**
R. dos Bem Lembrados - Cascais — Tel. 28 01 46

— **Sondagens e Fundações, A. Cavaco, Lda.**
R. Rodrigo da Fonseca, 62-r/c — Lisboa 1
Tel. 55 38 73 — 5 95 67 — 73 35 45.

— **Sondagens Ródio, Ld.ª**
Rua de S. Bento, 664-3.º — Lisboa
Tel. 68 80 96/7/8.

— **Sopecate**
R. do Arsenal, 176,-2.º — Lisboa.

CONSTRUÇÕES METALO-MECANICAS

CONSTRUTORES METALO-MECÂNICOS

— **Companhia União Fabril**
Av. 24 de Julho, 170 — Lisboa 2 — Tel. 67 04 21

— **Construções Metalo-mecânicas MAGUE, Ld.ª** — Alverca

— **George Fischer, S. A.-Schaffhouse (Suíça)-Soc. Comercial Romar**
R. da Boavista, 81-1.º — Tel. 67 21 61 — Lisboa

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **LISNAVE**
Rocha do Conde de Óbidos — Lisboa

— **Sociedade Industrial Metalúrgica**
R. de S. Tiago, 1

EQUIPAMENTO ELECTRICO

— **A E G — Lusitana de Electricidade**
R. dos Fanqueiros, 12 — Tel. 36 62 01 — Lisboa.

— **ASEA**
Rua de Artilharia Um, 104-4.º Dt. — Lisboa — Tel. 68 90 17/8/9.
R. do Campo Alegre, 144, Porto — Tel. 6 21 06/9

— **Automática Eléctrica**
Av. Infante D. Henrique
Tel. 38 70 71 — Lisboa.

— **EFACEC**
— S. Mamede de Infesta.

— **Electrotécnicos Reunidos**
Avenida João XXI, 64 — Lisboa.

— **Fábrica de Condutores Eléctricos Diogo d'Ávila, Lda.**
Campo Pequeno, 21-1.º — Tel. P P C 76 61 94 — Lisboa.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Roberto Bosch — (Portugal), Lda.**
Av. António Augusto de Aguiar, 32 — Tel. 59291 — Lisboa.

— **Soc. de Elec. Brown Boveri**
R. Sá da Bandeira, 481-2.º — Tel. 2 34 11 — Porto

— **Sociedade Michäelis de Vasconcelos, Ld. — Oerlikon**
Av. Marquês de Tomar, 94 — Lisboa.
P. da Liberdade, 114 — Porto.

— **Standard Eléctrica**
Av. da Índia — Lisboa.

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

BATERIAS

— **TUDOR — Soc. Port. de Acumuladores**
Av. Fontes Pereira de Melo, 12
Tel. 5 19 47 — Lisboa.

DISTRIBUIÇÃO DE ENERGIA

— **União Eléctrica Portuguesa**
R. Alexandre Herculano, 244 — Porto.
R. Rosa Araújo, 35 — Lisboa.

ELÉCTRODOS

— **Electro-Arco, Ld.ª**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa — Tel. 68 36 49.
R. do Bolhão, 216 — Porto — Tel. 2 12 77.

INSTALAÇÕES

— **Isolux, Lda.**
R. Gonçalves Crespo, 33, 3.º — Lisboa
R. de Sá da Bandeira, 551, 4.º — Porto.

— **Jayme da Costa, Ld.ª**
R. dos Correeiros, 14 — Lisboa — Tel. 32 70 35.
Praça da Batalha, 12 — Porto — Tel. 2 28 12.
Cx. Postal 5174 — Luanda — Tel. 47 43.

— **Roberto Bosch — (Portugal), Lda.**
Av. António Augusto de Aguiar, 32 — Tel. 59291 — Lisboa.

ISOLAMENTOS

— **Empresa Electro-Cerâmica, S.A.R.L.**
L. Barão de Quintela.

REPARAÇÕES E CONSTRUÇÕES NAVAIS

LISNAVE
Rocha Conde de Óbidos — Lisboa

SOLDADURAS

— **Electro Arco**
R. Silva Carvalho, 239 — Lisboa
R. do Bolhão, 216 — Porto

TELECOMUNICAÇÕES

— **AEG Lusitana de Electricidade**
R. dos Fanqueiros, 12 — Tel. 36 62 01 — Lisboa

— **Automática Eléctrica**
Av. Infante D. Henrique
Tel. 38 70 71 — Lisboa

— **Empresa Técnica de Equipamentos Eléctricos, S.A.R.L.**
R. Rodrigo da Fonseca, 110, r/c — Lisboa — Tel. 68 60 72.
R. Sá da Bandeira, 766-1.º E — Porto — Tel. 2 48 18

— **Standard Eléctrica, S.A.R.L.**
Av. da Índia — Lisboa.

EQUIPAMENTO INDUSTRIAL

— **DEMAG — Soc. Comercial Romar**
Trav. da Galé, 9 — Tel. 63 56 70 — Lisboa.

— **S. T. E. T.—Soc. Técnica de Equipamentos e Tratores, S. A. R. L.**
Prior Velho—Sacavem—Tel. 2510001/4.

— **Frígido — Termoindústria Carrasqueiro & Teixeira, Lda.**
Av. 5 de Outubro, 177 — Lisboa.

BOMBAS

— **CIDEX — Comércio Internacional e Representações Industriais**
Av. Casal Ribeiro, 46-2.º-Tel. 73 53 07-Lisboa 1

— **EKM — Technocommerz GmbH**
108, Berlim, Taubenstrasse, 46.

— **Vasco Pessoa, Lda.**
Rua da Boa Vista, 63 — Lisboa 2

CORRENTES

— **Auto Lusitania**
Av. da Liberdade, 73-79 — Lisboa.

— **Harker Summer**
L. Corpo Santo, 18 — Tel. 32 48 23 — Lisboa.

FUNDIÇÃO

— **George Fischer, S. A.-Schaffhous (Suíça)-Soc. Com. Romar.**
R. da Boavista, 81-1.º — Tel. 67 21 61 — Lisboa

MÁQUINAS-FERRAMENTAS

— **Soc. Portuguesa de Válvulas**
R. Academia de Ciências, 5 — Lisboa.
Tel. 3 17 10.

INDÚSTRIAS QUÍMICAS

— **Quimicor**
R. Sociedade Farmaceutica, 3 — Lisboa.

FELTROS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais**
Estrada de S. João — Ovar

LUBRIFICANTES

— **B. P.**
ESSO
— **Mobil Oil**

TÊXTEIS

— **FANAFEL — Fábrica Nacional de Feltros Industriais, Ld.ª**
Estrada de S. João — Ovar.

LIVROS TECNICOS

— **TÉCNICA**
Avenida Rovisco Pais — Lisboa
Tel. 77 54 49

MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO

AÇOS ESPECIAIS

— **A. Johnson & C.ª (Portugal), Ld.ª**
P. José Fontana, 11-1.º — Lisboa — Tel. 53 70 15/ /6/7/8.
R. Dr. António Granjo, 160/168-Porto-Tel. 5 46 69

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa
Tel. 67 12 24/5.

— **Companhia Portuguesa de Fornos Eléctricos**
L. S. Carlos, 4-2.º

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

BETAO

— **Aguiar e Melo, L.da**
P. do Município, 13-1.º-Dt.º — Tel. 32 11 51/2 — Lisboa.

— **Companhia Portuguesa de Trefilaria**
R. do Instituto Industrial, 18-1.º, Dt.º — Lisboa Tel. 67 12 24/5.
Lisboa 1

— **Heliaço**
R. S. Julião, 41-4.º — Tel. 36 78 17 — Lisboa.

— **Sociedade Portuguesa CAVAN**
R. de D. Estefânia, 94-A — Lisboa — Tel. 4 78 12 e 5 01 29.

CIMENTOS

— **Aguiar e Melo, L.da**
P. do Município, 13-1.º-Dt.º — Tel. 32 11 51/2 — Lisboa.

— **CIBRA — Cimentos Brancos**
Tv. do Corpo Santo, 15 — Lisboa — Tel. 32 04 64.
R. do Bonjardim, 205 — Porto — Tel. 2 57 79.

— **Empresa de Cimentos de Leiria**
R. Braamcamp, 7 — Lisboa — Tel. 5 91 61/66.

— **Secil**
R. do Comércio, 156—Lisboa 2 —Tel. 32 82 01/2/3.

ARTIGOS DE ESCRITÓRIO

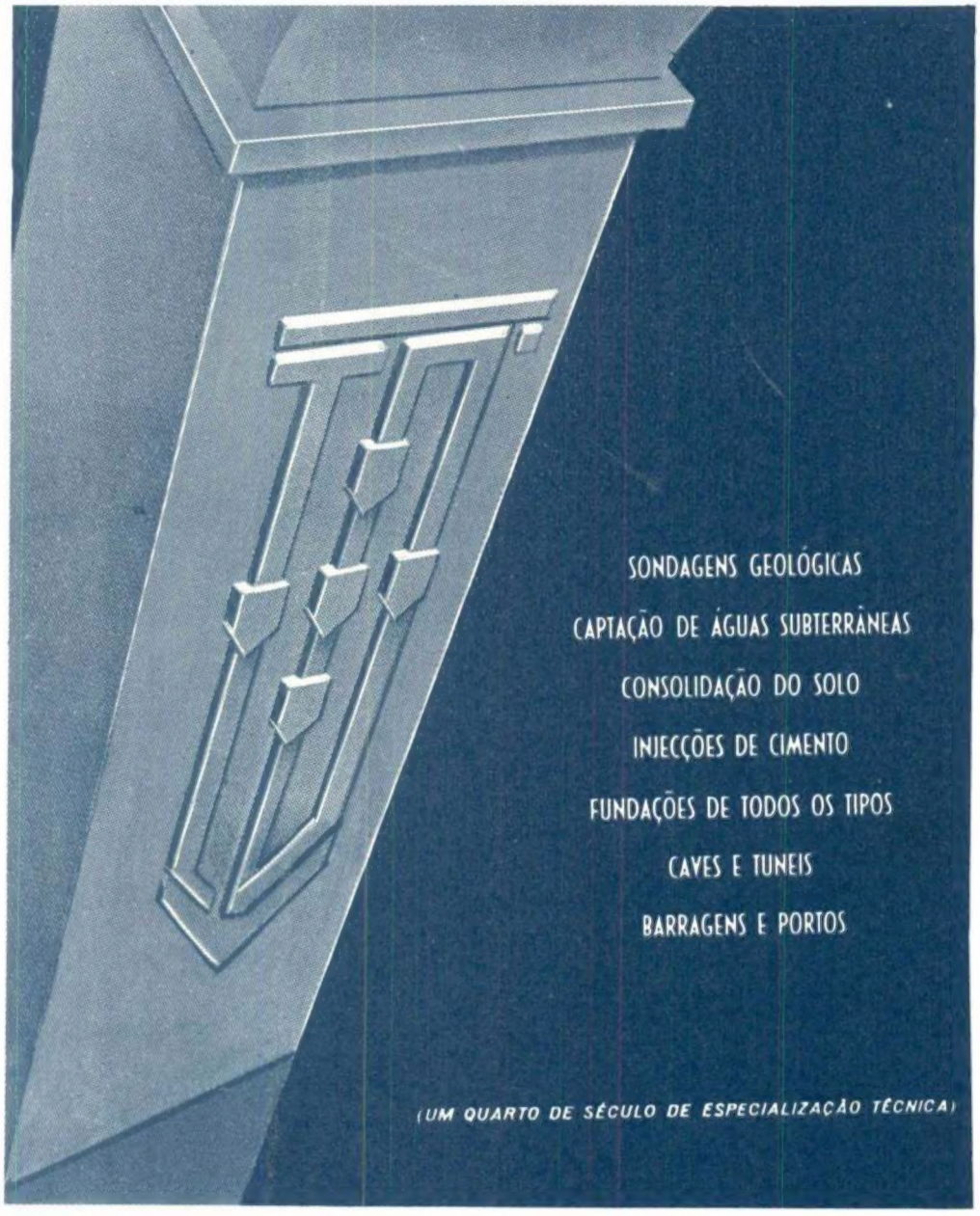
— **Rotring — Representante Artur Westheimer** — Lisboa.

Empresa de Sondagens e Fundações

TEIXEIRA DUARTE, L.DA

PR. DA FIGUEIRA, 18. 3.º
TELEF. 36 27 95

LISBOA

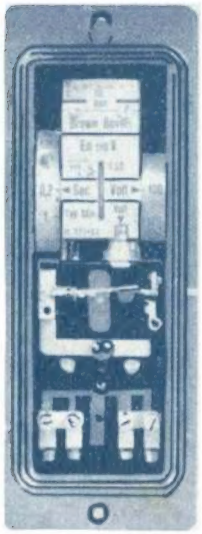


Offset de
Armais & Moreno, Lda.

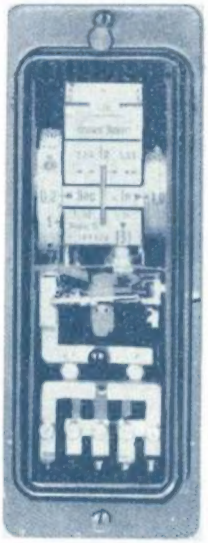
Protegei as vossas máquinas, aparelhos, e instalações, dos perigos externos e internos utilizando relés

BROWN BOVERI

BROWN BOVERI

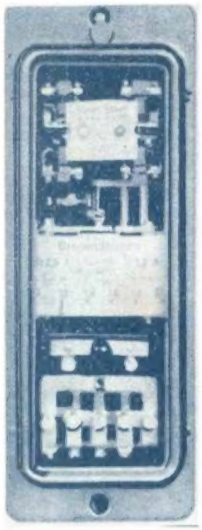


Sobretensão

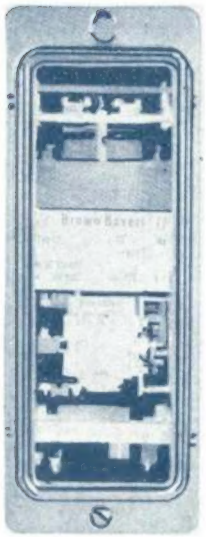


Sobrecarga curto-circuito

Sobrecarga térmico

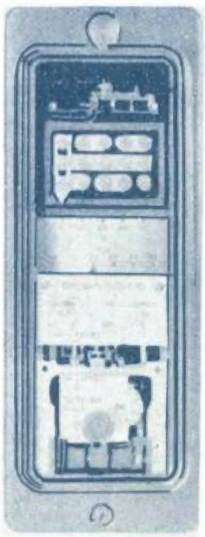


Sobrecarga instantâneo



Frequência

Cargas assimétricas



Diferencial

Terra

Os nossos Serviços Técnicos podem auxiliar a resolver os vossos problemas sobre protecções.

SOC. DE ELECT. **BROWN BOVERI**, LDA.

RUA DE SÁ DA BANDEIRA, 481 – 2.º • TEL. 23411 • PORTO